

ROUTE OPTIMIZING METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION SYSTEM

Publication number: JP2000201172

Publication date: 2000-07-18

Inventor: BUDKA KENNETH CARL; CHUAH MOOI CHOO; YUE ON-CHING

Applicant: LUCENT TECHNOLOGIES INC

Classification:

- international: H04Q7/24; H04Q7/22; H04Q7/24; H04Q7/22; (IPC1-7): H04L12/56

- European: H04Q7/24S

Application number: JP19990347008 19991207

Priority number(s): US19980206428 19981207

Also published as:



EP1009176 (A2)

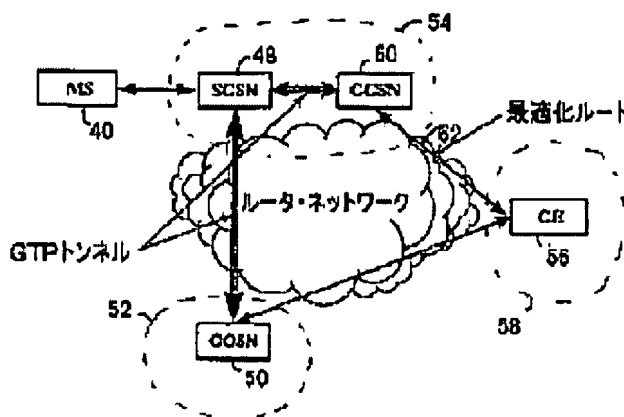
EP1009176 (A3)

CA2287613 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2000201172

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a route optimization in a GPRS network by establishing a communication route between a support node included in a network under the visiting and a serving support node having the direct communication with a mobile station in the network under the visiting. **SOLUTION:** It is not needed to route a packet via a GGSN 60 of a home PLMN of an MS 40 after a route 62 is established between a CH 56 and the GGSN 60. Thereby, the conventional route non-efficiency caused between the MS 40 and the CH 56 is eliminated in a GPRS network. The packet can be routed via a the GGSN 60 of a PLMN 54 of a visiting destination. Thus, a route set among the MS 40, an SGSN 48 of the visiting destination, the GGSN 60 of the visiting destination and the CH 56 is much more effective than a conventional route that must be routed to another PLMN. An external host can access only the GGSN 60, based on a GSM/GPRS standard.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

60282. 234

ROUTE OPTIMIZING METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION SYSTEM

Description of corresponding document:
EP1009176

[Translate this text](#)

Field of the Invention

[0001] The present invention relates to methods and apparatus for providing mobility management in packet-based communications systems and, more particularly, to route optimization in General Packet Radio Service and Cellular Digital Packet Data systems.

Background of the Invention

[0002] Within the last decade, advances in computer systems, wireless communications and data networking have brought mobile data networking within reach of the masses. Mobile data networking enhances data applications such as, for example, email, client-server applications, electronic form, order entry systems, and other wired-line data communications applications. Mobile data adds a new dimension to Internet applications, a dimension developers of a new breed of mobility-empowered applications are beginning to probe.

[0003] Introduction of Enhanced Throughput Cellular (ETC), MNP10, and other data link protocols specially tailored to the cellular environment have placed data rates on the order of 10 kbps. The high connect time charges characteristic of circuit switched cellular service, however, are not always well-suited for the bursty data transfers typical of many data applications. Addressing this need, the cellular industry has developed two wireless packet data systems to support mobile computing with greater multiplexing efficiency. Cellular Digital Packet Data (CDPD) was designed as an overlay data network to the Advanced Mobile Phone System (AMPS), while General Packet Radio Service (GPRS) was developed for the Global System for Mobile Communications (GSM). The design of such wireless packet data networks spans the physical layer (frequency allocation, modulation and coding), the link layer (medium access control, error recovery and flow control), and the network layer (e.g., Internet Protocol (IP)).

[0004] Mobility management encompasses the tracking of mobile hosts as they move throughout a network and all interworking functions which mask mobility from Internet applications. Mobility management is one of the cornerstones of current and future wireless data networks. To satisfy the mobile users need for more bandwidth and more services, there are new wireless standards being proposed and evaluated, including PDC mobile packet data communication system (PDC-P) based on the Personal Digital Cellular system (PDC) in Japan, and Universal Mobile Telephone Service (UMTS). Understanding and contrasting the mobility management approaches used by current networks can help identify opportunities for improvement, improvements which may be incorporated into existing and future wireless data networking technologies.

[0005] There are currently three mobility management approaches: the proposed Mobile-IP protocol developed by the Internet Engineering Task Force (IETF), CDPD and GPRS. Certain salient features are shared by all three mobility management approaches. A discussion of their respective approaches used to provide various mobility management features will now follow.

I. Mobile IP

[0006] An overview of the basic IETF Mobile IP protocol is described in IETF RFC2002, "IP Mobility Support," C. Perkins (ed.), October 1996. The IETF Mobile IP protocol is not a complete mobility management solution: it merely provides a network layer solution. At a high level, the basic IETF Mobile IP sets up routing entries at appropriate nodes in the network to route packets to mobile hosts.

[0007] Referring to FIG. 1A, a block diagram of the Mobile IP architecture is shown. There are four network entities in a network that supports IETF Mobile IP:

Mobile Host (MH) 2: A host or router that changes its point of attachment from one subnetwork to another. A mobile host may change its location without changing its IP address.

Home Agent (HA) 4: A router in the mobile host's home network 10 which tunnels datagrams for delivery to the MH when it is away from home. The HA maintains current location information for the mobile host.

Foreign Agent (FA) 6: A router in a mobile host's visiting or foreign network 12 which provides routing services to the mobile host while registered. The foreign agent delivers datagrams to the mobile host that were tunneled by the home agent.

Corresponding Host (MH) 8: A host or router with which a mobile host may communicate.

[0008] Mobile IP's protocol stack is shown in FIG. 1B. Key features of the protocol stack are:

Transport Layer - No assumptions on transport protocol were made during the design of Mobile IP.

Network Layer - Mobile IP provides only native support of only IP. Mobiles are assigned a fixed home address by Mobile IP service providers.

Link and Physical Layers - Mobile IP makes no assumption regarding the link and physical layers. It only requires a direct link between the foreign agent and the mobile host.

[0009] The basic Mobile IP uses triangular routing to send forward IP packets to roaming mobile hosts. Each mobile host is assigned a unique home address. Hosts communicating with a mobile host (MH) are known as the corresponding or correspondent hosts (CH). In sending an IP packet to a mobile host, a corresponding host always addresses the packet to the mobile host's home address, regardless of the location of the mobile.

[0010] Each mobile host must have a home agent (HA) on its home network that maintains the mobile host's current location. This location is identified as a care-of address, and the association between a mobile host's home address and its current care-of address is called a mobility binding. Each time the mobile host obtains a new care-of address, it must register the new binding with its home agent so that the home agent can forward upcoming traffic destined for the mobile host that serves.

[0011] A mobile host, when connecting to a network away from its home network, may be assigned a care-of address in one of two ways:

using Foreign Agent's IP address

obtaining local address via a Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server. DHCP consists of a protocol to deliver host specific configuration parameters from a DHCP server to a host and a mechanism for allocation of network addresses to hosts.

Using a Foreign Agent's IP Address

[0012] Normally, the mobile host will attempt to discover a foreign agent within the network being visited using an agent discovery protocol. The agent discovery protocol operates as an extension to the existing ICMP (Internet Control Message Protocol) router discovery protocol. It provides a means for a mobile host to detect when it has moved from one network to another, and to detect when it has returned home. The mobile host then registers with the foreign agent and one of the foreign agent's IP addresses is now used as the mobile host's care-of-address. The foreign agent acts as a local forwarder for packets arriving for the mobile host.

Using a Temporarily Assigned Local Address

[0013] Alternatively, if the mobile host can obtain a temporary local address within the visiting network, the mobile host may use this temporary address as its care-of address. This care-of address is referred to as

the co-located care-of address. The mobile host in this case will register this co-located care-of address directly with the home agent.

Data Forwarding

[0014] When a mobile host is away from its home network, a mobile-host's home agent uses proxy ARP to intercept packets addressed to the mobile host. By proxy ARP, we mean the home agent will answer the ARP request sent to the home link on behalf of the mobile host. Then, the home agent forwards all packets for the mobile host to its current location. The home agent achieves this by tunneling each intercepted packet to the mobile host's current care-of address. By tunneling, we mean a new IP header is added to the original IP packet such that the source address is the home agent's address, the destination address is the mobile host's current care-of address.

[0015] If the care-of address is provided by a foreign agent, the foreign agent removes any tunneling headers from the packet and delivers the packet locally to the mobile host by transmitting it over the local network on which the mobile host is registered. If the mobile host is using a locally obtained temporary address as a care-of address, the tunneled packet is delivered directly to the mobile host. The mobile host is expected to remove the tunnel headers before interpreting the content.

Beaconing Protocol: Agent Advertisement

[0016] Home and foreign agents periodically advertise their presence by broadcasting an agent advertisement message on each network to which they are connected and for which they are configured to provide service. Home and foreign agents may be provided by separate nodes on a network. Alternatively, a single node may implement the functionality of both a home and a foreign agent.

[0017] By listening to the periodic agent advertisements, a mobile host can determine if it is currently connected to its home or a foreign link, and whether it has moved from one link to another. In addition, a mobile host can also send Agent Solicitation messages to force any agents on the same link as the mobile host to immediately transmit an Agent Advertisement.

[0018] Agent Advertisements and Agent Solicitations are extensions to the Router Advertisements and Router Solicitations messages as defined in IETF RFC 1256, "ICMP Router Discovery Messages," S. Deering (ed.), September 1991. ICMP Router Advertisement messages contain a list of router addresses and their preference values that any host at the same link can use as a default router. ICMP Router Advertisement messages are periodically broadcast. However, a host can solicit for ICMP Router Advertisement by sending a Router Solicitation message. Agent Solicitation messages look exactly the same as Router Solicitation messages except that the Time-to-Live field is set to one. Agent Advertisement messages are longer than Router Advertisement messages because of the presence of Mobility Agent Advertisement extension. A host can use the IP total length field, the number of addresses and address entry size fields to determine if the received ICMP message is a Router Advertisement or an Agent Advertisement.

[0019] There are two methods by which mobile hosts can determine that they have moved. The first method is using the lifetime field within the ICMP Router Advertisement portion of an Agent Advertisement. If a mobile host is registered with a foreign agent, and fails to hear an advertisement from that agent within the specified lifetime, then the mobile host can assume that it has moved. The second method for move detection uses network-prefixes. The mobile host compares the network prefix of the newly heard advertisement with that of the foreign agent with which it has registered. If they differ, the mobile host concludes that it has moved.

[0020] For mobile hosts that use collocated care-of addresses, the mobile hosts can put their network-interface drivers into promiscuous mode. In this mode, a mobile host examines all packets on the link. If none of the packets flying across the link have network-prefixes that equal the mobile host's current collocated care-of address, then the mobile host may infer that it has moved and should acquire a new care-of address.

Mobile Registration

[0021] Mobile IP registration consists of an exchange of Registration Request and Reply messages. A registration message is carried within the data portion of a UDP packet. In Mobile IP, a registration is initiated by the mobile host. A registration is used by a mobile host for:

- requesting data forwarding services from a foreign agent
- informing its home agent of its current location
- renewing a registration which is due to expire
- de-registering the mobile host when it returns to its home link.

[0022] A mobile host can register directly to the home agent or via the foreign agent. A Registration Request message is sent by a mobile host to begin the registration process. If the registration is via the foreign agent, the foreign agent examines the message and relays it to the home agent.

[0023] The home agent and mobile host authenticates one another via the mandatory Authenticator field within the Mobile-Home Authentication Extension which is part of the Registration messages. The Mobile-Foreign Authentication Extension is an optional feature in IETF RFC2002, "IP Mobility Support," C. Perkins (ed.), October 1996.

[0024] If the home agent accepts the Registration Request, it will update the mobile host's binding entry according to the specified care-of address, mobile host's home address, and the registration lifetimes. Then, the home agent sends a Registration Reply to inform the mobile host whether or not the attempted registration is successful. If the registration is done via the foreign agent, the foreign agent updates its list of known visiting mobile hosts and relays the Registration Reply to the mobile host. If a mobile host does not receive a Registration Reply within a reasonable period of time, then the mobile retransmits the Registration Request a number of times.

Data Forwarding to Mobile Host

[0025] Referring now to FIG. 1C, a block diagram of a Mobile IP network for illustrating data forwarding is shown. The home agent 4 intercepts packets destined to the home address of a registered mobile host 2 by advertising reachability to the mobile host's home address. Alternatively, the home agent can use gratuitous and proxy ARP. When a home agent receives a Registration Request message from a mobile host, it uses gratuitous ARP (unsolicited ARP reply) to inform hosts in the same home link that the current mapping in their ARP cache needs to be modified to reflect the mobile host's new link-layer address to be that of the home agent. After the mobile host's successful registration, the home agent is supposed to reply to any ARP request on behalf of the mobile host. Such an ARP reply is called a proxy ARP.

[0026] All home agents 4 and foreign agents 6 are required to implement IP-in-IP Encapsulation (e.g., as described in "IP Encapsulation Within IP," C. Perkins, October 1996) for tunneling purposes. In addition, they may implement Minimal Encapsulation (e.g., as described in "Minimal Encapsulation Within IP," C. Perkins, October 1996) and Generic Routing Encapsulation (e.g., as described in "Generic Routing Encapsulation (GRE)," S. Hanks, R. Li, D. Farinacci, P. Traina).

[0027] When the home agent receives a packet destined to one of its mobile hosts, it looks up the corresponding bindings. The home agent then tunnels the packet to the care-of address. The encapsulated inner packet is from the corresponding host 8 to the mobile host's home address. In the case of the foreign care-of address, when the foreign agent receives the tunneled packet, it removes the outer packet to recover the original inner packet. It sees that the destination address is that of a registered mobile host, looks up the appropriate interface, and sends the packet to the mobile host. In the case of collocated care-of address, the mobile host performs similar processing upon receiving the tunneled packet.

Data Forwarding From Mobile Host

[0028] If a mobile host registers via a foreign agent, the mobile host can either select the foreign agent as its router or any router whose address appears in the Router Address fields within the ICMP Router Advertisement portion of any node's Agent Advertisements or Router Advertisements.

[0029] A mobile host that registers a collocated care-of address on a foreign link can use any of the addresses listed in the Router Address fields of the ICMP Router Advertisements if the mobile host can hear any Router Advertisements. Otherwise, it can rely on the same mechanism by which it acquires its collocated care-of address to provide the address of a suitable router.

II. Cellular Digital Packet Data

[0030] The Cellular Digital Packet Data system was designed as an overlay data network to existing 800 MHz cellular Advanced Mobile Phone System (AMPS) Networks. Typical maximum network layer throughputs are on the order of 12 kbps per mobile, which serves as an airlink well-suited for the bursty traffic generated by light-weight client-server applications.

[0031] Referring to FIG. 2A, a block diagram of a CDPD network is shown. At a high level, CDPD's network architecture bears a strong resemblance to 800-MHz analog cellular Advanced Mobile Phone networks CDPD networks. To keep network deployment and operations costs low, CDPD's network side RF transmitters and receivers were designed to reuse much of an existing cellular voice network's infrastructure: antennae towers, RF amplifiers, cell site enclosures, and cell site - Mobile Telephone Switching Office trunks. The overlay architecture allows existing cellular service providers to leverage their sizable investment in voice infrastructure.

[0032] The CDPD network is constructed from the following building blocks:

CDPD's subscriber device, the Mobile-End Systems (M-ESs) 20: RF subsystem circuitry in the M-ES perform CDPD's Gaussian Modulated Shift Keying modulation over AMPS channels. Additional M-ES hardware and software run the CDPD protocol stack and user interface.

CDPD's network side RF termination, the Mobile Data Base Stations (MDBSs) 22: The MDBS is responsible for CDPD radio resource management, termination of the reverse (M-ES->network) link Medium Access Control protocol, and relaying link layer frames to and from M-ESs. The MDBS is also responsible for the periodic broadcasting of CDPD-specific system information messages which inform M-ESs of network timers, protocol parameters, and system configuration information.

CDPD's mobility-aware network layer router, the Mobile Data-Intermediate Systems (MD-ISs) 24: The Mobile Data-Intermediate System masks M-ES mobility from mobility-unaware applications. The MD-IS delivers network layer packets to M-ESs, collects data used for usage accounting, mobility management.

Network Routers 26: The network router 26 is coupled to the MD-IS via a high speed data link in order to provide communications paths between the MD-IS and private networks 28, the Internet 30, and other CDPD service providers 32.

[0033] CDPD networks also require a number of network support services - usage accounting, M-ES authentication, network management. For service interoperability, the CDPD specification, CDPD System Specification, Release 1.0, July 19, 1993, spells out standard interfaces for these support services.

[0034] CDPD's protocol stack is shown in FIG. 2B. Key feature of the protocol stack are:

Network Layer - CDPD provides native support of IP and CLNP. Mobiles are assigned a fixed network layer address by CDPD service providers. To date, all M-ESs use IP. CLNP networks are used by MD-ISs for the exchange of control messages, forwarding of packets to roaming Mobiles, dissemination of raw accounting data and network management.

Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SNDTCP) - The CDPD protocol stack was designed to make efficient use of airlink bandwidth. Compression of TCP/IP uses Van Jacobsen header compression. Header compression is also defined for CLNP headers. Optional V.42bis compression is supported to compress payloads of SNDTCP packets.

Link Layer - CDPD's Mobile Data Link Protocol (MDLP) is similar to HDLC. Selective rejects are defined for efficient retransmission.

CDPD Cell Selection

[0035] Before a M-ES can register, it searches for an AMPS channel carrying a CDPD channel stream that is strong enough to lock on. Digital signatures sent over the forward link are used by the M-ES to determine that an AMPS channel has a CDPD channel stream on it. After locking on to a CDPD channel stream, the M-ES measures the block error rate of the forward channel. If the M-ES finds the measured block error rate acceptable, the M-ES listens to the forward channel for a CDPD channel Identification Message, a CDPD system overhead message containing the logical address of the CDPD channel stream and other configuration information.

Mobile Registration

[0036] Before a M-ES can gain access to the CDPD Network, the M-ES must register. By registering, a M-ES informs the CDPD network of the current CDPD channel that the M-ES is listening to, thereby allowing the CDPD network to forward any packets bound for the M-ES to the correct cell and CDPD channel. In addition, registration serves as a first line of defense against fraudulent network usage. During registration, a M-ES sends encrypted messages to the CDPD network containing shared secrets the network uses to authenticate the user. M-ESs presenting invalid credentials will be denied access to the CDPD network.

[0037] During registration, a number of messages are transferred between the M-ES, the home and serving MD-ISs, and other CDPD network element. FIG. 2C shows a message flow diagram for a typical successful M-ES registration attempt.

[0038] After receiving a Channel Identification message, the M-ES sends a request for a Terminal Endpoint Identifier (TEI), a link layer address that will be used to identify link layer frames sent to and from the MD-IS. The TEI request message is received by the MD-IS and forwarded to the Serving MD-IS. The serving MD-IS generates a TEI for the M-ES, and sends the value to the M-ES. The MD-IS begins the Diffie-Hellman key exchange by sending an Intermediate System Key Exchange (IKE) message to the M-ES. The M-ES then responds with an End System Key Exchange (EKE) message. After this point, all communication between the Serving MD-IS and the M-ES is encrypted. To request access to the CDPD network, the M-ES sends an End System Hello message containing the M-ES's IP or CLNP address and its credentials. The Serving MD-IS forwards the credentials to the M-ES home MD-IS via a CLNP network (if the M-ES is roaming). The Home MD-IS compares the M-ES's credentials with those stored in a database, and responds to the Serving MD-IS whether access should be granted. The serving MD-IS sends an Intermediate System Confirm (ISC) message to the M-ES indicating whether the M-ES may begin transmitting and receiving data over the CDPD network.

Data Transfer

[0039] Referring to FIG. 2D, a block diagram of a CDPD network illustrating network data flow is shown. CDPD uses triangular routing to send forward IP packets to roaming M-ESs 20. Each M-ES's IP address maps to a home MD-IS 24A. The home MD-IS keeps track of the serving MD-ISs 24B of all its homed M-ESs. Packets sent to M-ESs using a serving MD-IS that is not their home are routed to the M-ES's home MD-IS. The home MD-IS then forwards the traffic to the serving MD-IS over CLNP tunnels. This way of forwarding traffic means that all MD-ISs in a CDPD network need to know the CLNP addresses of the home MD-ISs for all mobiles they offer service to. Carriers with roaming agreements share this information. The IP-CLNP mapping is maintained manually. Reverse IP packets sent by roaming M-ESs follow the normal IP/CLNP routing.

[0040] Overhead messages sent over the forward link of each CDPD channel give the channel identity as well as the identity of the cellular service provider. Additional overhead messages inform the M-ESs of where to find CDPD channels on neighboring cells to assist in handoffs.

III. General Packet Radio Service

[0041] General Packet Radio Service (GPRS) is the packet data service developed by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI) for the Global System for Mobile Communications (GSM). The GSM/GPRS standard is found in GSM 03.60: Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); Service Descriptions, stage 2, Version 5.3.0, 1998.

[0042] Referring to FIG. 3A, a block diagram of a GPRS network architecture is shown. In the GPRS architecture, there are four logical elements: mobile stations (MS) 40, base station subsystems (BSS) 42, location register: visiting location register (VLR) 44 and home location register (HLR) 46, and GPRS support nodes: serving GPRS support node (SGSN) 48 and gateway GPRS support node (GGSN) 50. FIG. 3A illustrates the case of an MS roaming away from its home public land mobile network (PLMN) 52 into a visiting PLMN 54. The GSN connected to the MS is called the serving GSN (SGSN) 48 which has access to the visiting location register (VLR) 44 located in a mobile switching center or MSC (not shown). However, the MS is registered at the home location register (HLR) 46 which can be accessed by the gateway GSN (GGSN) 50. A corresponding host (CH) 56 in a packet data network (PDN) 58 sends the IP packet to the MS through the GGSN first.

[0043] Referring to FIG. 3B, a GPRS protocol stack is shown. The packet data network (PDN) is an IP network providing connectivity from the corresponding host (CH) to the gateway GSN (GGSN). Between GGSN and the serving GSN (SGSN), IP packets are transported via the GPRS tunneling protocol (GTP), GSM 09.60: Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunneling Protocol (GTP) Across the Gn and Gp Interface, which is used for both data and signaling. The network connecting the GSNs within a PLMN and between PLMNs is a private IP network. In the case of IP packets encapsulated by GTP, UDP (User Datagram Protocol) is used to carry the GTP PDUs (Protocol Data Units). At the SGSN, the original IP packet is recovered and encapsulated again according to the subnetwork dependent convergence protocol (SNDP) for transporting to the MS. The logical link control (LLC) between the SGSN and the MS provides a highly reliable connection. The base station system GPRS protocol (BSSGP) is used to convey the routing and Quality of Service-related information between the SGSN and the BSS. In the BSS, the LLC PDUs are recovered and sent to the MS using the radio link control (RLC) function.

GPRS Cell Selection

[0044] In a GPRS network, the cells are organized into routing areas (RA), which are in turn grouped into location areas (LA). When an MS wishes to use the GPRS service, it first performs the GPRS Routing Area and GPRS cell selections. These selections are done autonomously by the MS using procedures similar to GSM phone subscribers. The procedures include the measurement and evaluation of signal quality from nearby cells, and the detection and avoidance of congestion within candidate cells. The base station system (BSS) can also instruct the MS to select a certain cell.

Mobile Registration

[0045] The mobile registration in GPRS can be divided into two procedures: attach and activation.

Attach Procedure

[0046] When an MS is roaming in a visiting PLMN, it first needs to attach itself to a SGSN. The MS initiates the attach procedure by sending to the SGSN its International Mobile Subscriber Identity (IMSI) which is unique to each GPRS/GSM subscriber. Based on the IMSI, the SGSN informs the HLR in the home PLMN about the IP address of the SGSN, and the VLR in the visiting PLMN about the location area of the MS. The HLR transmits the subscriber data to both the SGSN and the VLR. After the databases in the SGSN, HLR and VLR have been updated, the attach procedure is complete.

Activation Procedure

[0047] After the MS has been attached to the SGSN, it can negotiate the packet data protocol (PDP) which is used. The MS sends to the SGSN the MS's IP address, if one exists, otherwise, an IP address will be assigned by the home or visiting PLMN. Based on the information in the subscriber data, the SGSN determines the GGSN address in the home PLMN. Then the SGSN sends a message to the GGSN with the IP address of the MS and the GTP tunnel identifier (TID). The GGSN creates a new entry in its PDP context table which allows the GGSN to route IP packets between the SGSN and the external IP network. The entry is similar to binding information for Mobile-IP. Now the SGSN is able to route IP packets between the GGSN and the MS.

Data Transfer

[0048] Referring to FIG. 3C, a block diagram illustrating GPRS data transfer is shown. After the MS has been attached to the GPRS and the PDP Context Activation procedure has been completed, the GPRS network transparently transports IP packets between external packet data networks and the MS. When a corresponding host (CH) has a packet to be sent to the MS, it will send an ARP request (IP address of the MS) to which the GGSN will respond. When the IP packet is routed to the GGSN, the IP packet is encapsulated with a GPRS Tunnel Protocol (GTP) header. The GTP PDU is inserted into an UDP PDU which is again inserted in an IP PDU. The IP header contains the address of the SGSN. At the SGSN, the original IP packet is recovered and re-encapsulated for transmission to the MS.

[0049] For packets sent by the MS to the CH, a reverse tunnel is used. In this case, the SGSN does the encapsulation using GTP and transmits the GTP PDU to the GGSN. At the GGSN, the original IP packet is recovered and sent to the CH via regular IP routing.

[0050] While it is known that Mobile IP implements certain route optimization techniques, CDPD and GPRS networks do not do the same. Accordingly, it would be highly advantageous to implement route optimization techniques in CDPD and GPRS networks.

Summary of the Invention

[0051] The present invention provides methods and apparatus for providing route optimization in GPRS and CDPD networks. In one aspect of the invention, a route optimization technique in a GPRS network includes establishing a gateway GPRS support node in a visiting public land mobile network in which a roaming mobile station is currently located. Specifically, a tunnel is formed between the gateway GPRS support node and a serving GPRS support node to which the mobile station is in direct communication over a radio link. In this manner, external corresponding hosts may route packets to the gateway GPRS support node, rather than the GPRS support node in the mobile station's home public mobile network, as is done in conventional GPRS networks. Advantageously, a shorter path is established for transfer of packets between a mobile station and a corresponding host.

[0052] In another aspect of the invention, a route optimization technique in a CDPD network is provided. In the case of the CDPD network, a home mobile data-intermediate system node (local HMD-IS) in the foreign (visiting) network serves as a gateway node to the roaming mobile-end system. Specifically, a tunnel is formed between the local HMD-IS and a serving MD-IS in the foreign network to which the mobile-end system is in direct communication over a radio link. In this manner, external corresponding hosts may route packets to the local HMD-IS, rather than the HMD-IS in the mobile station's home network, as is done in conventional CDPD networks. Advantageously, a shorter path is established for transfer of packets between a mobile-end system and a corresponding host.

[0053] In yet another aspect of the invention, such gateway nodes in GPRS and CDPD networks may be used as anchoring points in the visiting networks when handoff procedures are performed with respect to mobile nodes.

[0054] These and other objects, features and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description of illustrative embodiments thereof, which is to be read in connection with the accompanying drawings.

Brief Description of the Drawings

FIG. 1A is a block diagram of a Mobile IP network architecture;
FIG. 1B is a diagram of a Mobile IP protocol stack;
FIG. 1C is a block diagram illustrating data flow in a Mobile IP network;
FIG. 2A is a block diagram of a CDPD network architecture;
FIG. 2B is a diagram of a CDPD protocol stack;
FIG. 2C is a flow diagram illustrating mobile registration in a CDPD network;
FIG. 2D is a block diagram illustrating data flow in a CDPD network;
FIG. 3A is a block diagram of a GPRS network architecture;
FIG. 3B is a diagram of a GPRS protocol stack;
FIG. 3C is a block diagram illustrating data flow in a GPRS network;
FIG. 4 is a block diagram of a hardware architecture of a network element;
FIG. 5 is a block diagram illustrating route optimization in a Mobile IP network;
FIG. 6A is a block diagram illustrating route optimization in a GPRS network according to the invention;
FIG. 6B is a flow diagram illustrating a conventional signaling method for establishing a route in a GPRS network;
FIG. 6C is a flow diagram illustrating an embodiment of a signaling method for establishing an optimized route in a GPRS network according to the invention;
FIG. 6D is a flow diagram illustrating packet routing in a conventional GPRS network;
FIG. 6E is a flow diagram illustrating packet routing in a GPRS network implementing route optimization according to the invention;
FIG. 7A is a block diagram illustrating route optimization in a CDPD network according to the invention;
FIG. 7B is a flow diagram illustrating a conventional signaling method for establishing a route in a CDPD network;
FIG. 7C is a flow diagram illustrating an embodiment of a signaling method for establishing an optimized route in a CDPD network according to the invention;
FIG. 7D is a flow diagram illustrating packet routing in a conventional CDPD network;
FIG. 7E is a flow diagram illustrating packet routing in a CDPD network implementing route optimization according to the invention;
FIG. 8A is a block diagram illustrating handoff in a network implementing route optimization according to the invention; and
FIG. 8B is a flow diagram illustrating handoff signaling in a GPRS network according to the invention.

Detailed Description of Preferred Embodiments

[0056] The present invention is described below in the context of GPRS and CDPD networks, particularly, with respect to route optimization. However, it is to be appreciated that the teachings of the invention discussed herein are not so limited. That is, the route optimization methodologies and apparatus of the invention described herein may be implemented in other packet-based communications systems similar to GPRS and CDPD networks. In addition, it is to be understood that methodologies described herein for use in a mobile or fixed node (e.g., mobile host, mobile station, mobile end system, corresponding host, etc.) or network access node (e.g., home agent, foreign agent, SGSN, GGSN, HMDIS, SMDIS, etc.) are executed by one or more processors respectively associated therewith. The term "processor" as used herein is intended to include any processing device, including a CPU (central processing unit), or microprocessor, and associated memory. The term "memory" as used herein is intended to include memory associated with a processor or CPU, such as RAM, ROM, a fixed memory device (e.g., hard drive), or a removable memory device (e.g., diskette). In addition, the processing unit may include one or more input devices, e.g., keypad or keyboard, for inputting data to the processing unit, as well as one or more output devices, e.g., CRT display, for providing results associated with the processing unit. Accordingly, software instructions or code

associated with implementing the methodologies of the present invention may be stored in associated memory and, when ready to be utilized, retrieved and executed by an appropriate CPU.

[0057] Referring to FIG. 4, a block diagram of an exemplary hardware architecture of network elements such as a mobile or fixed node (e.g., mobile host (MH), mobile station (MS), mobile-end system (M-ES), and corresponding host (CH)) or network access node (e.g., home agent (HA), foreign agent (FA), SGSN, GGSN, HMDIS, and SMDIS), for use according to the present invention, is shown. Each network element includes a processor 100 for controlling operations associated therewith, in cooperation with its associated memory 102, including the methodologies of the invention to be described in detail below. Each network element also includes one or more communications interfaces 104 (e.g., modem) for communicating with other network elements over communications link 106. It is to be appreciated that the communications interface(s) 104 and link(s) 106 are specific to the type of network element in which the interface is located, as well as the type of other network element with which it communicates.

[0058] Some basic features of mobility management in Mobile-IP, CDPD and GPRS have been previously explained and/or mentioned, e.g., beacons, registration, and data transfer. For example, all three protocols use some form of beaconing messages. CDPD and GPRS uses airlink beaconing messages while Mobile IP uses network layer beaconing messages. CDPD and GPRS users detect their movement based on changes in cell identifies, routing/location area while Mobile-IP users detect their movement based on network prefixes specified in the network-layer beaconing messages. Further, both CDPD and GPRS utilize a combination of link-layer and network layer messages to complete a new registration while Mobile-IP uses only network layer messages. In all three cases, registrations are refreshed upon the expiry of some timers. The timers for CDPD and GPRS may be longer than that for Mobile-IP. Still further, all three mobility management approaches use triangular routing to forward packets from the corresponding host to the mobile host. All packets are routed through the home node to the serving node using different forms of tunneling (e.g., IP-in-IP, CLNP, GTP). For the packets sent by the mobile host, the GPRS mobility management procedure uses reverse tunneling to send the packets to the GGSN. In CDPD and Mobile-IP, however, the packets from the mobile host are routed using normal routing procedure without going through the home MDIS or home agent.

[0059] As previously discussed and illustrated, Mobile IP, GPRS and CDPD use triangular routing to route packets from the corresponding hosts to the mobile nodes. Since there are usually shorter paths between the corresponding host and the serving network, requiring the packets to be forwarded by the home network results in inefficient usage of network resources.

[0060] The route optimization technique proposed in the IETF Mobile IP protocol is an attempt to eliminate the triangular routing. Referring to FIG. 5, such a route optimization technique is shown. The triangular routing for packets sent from a corresponding host 8 to a mobile host 2 via the home agent 4 is eliminated. The mobile host and the home agent are given the responsibility to inform the corresponding host of the mobile's node latest location. Either the mobile host or the home agent can send a Binding Update message to the corresponding host to inform the corresponding host of the current care-of address of the mobile host. Foreign agent 6 that receives packets destined for the mobile host will send a Binding Warning message to the home agent. That way, the home agent can send Binding Update messages to the corresponding hosts. However, such a technique forces software changes to corresponding hosts, which are not mobile hosts, as well as to the mobility agents (i.e. both the home and foreign agents). Further, this approach requires all corresponding hosts to support Mobile IP. It also requires security association between the corresponding host and the home agent or between the corresponding host and the mobile host. As will be evident with respect to the route optimization approaches of the invention to be described below, the invention allows existing hosts that do not support Mobile IP to have shorter routes when communicating with the mobile host.

[0061] Referring now to FIG. 6A, a block diagram of a GPRS network implementing route optimization according to the invention is shown. It is to be appreciated that there is no route optimization implemented in current GPRS networks. Accordingly, the present invention defines a new network entity: gateway IWF (IWF.G) through which, for example, an external network may communicate with a mobile host. For GPRS, the gateway IWF is a GGSN (GGSN.V) 60 in the visiting PLMN 54. As will be explained below, a route 62 is advantageously established between a CH 56 and the GGSN 60. Advantageously, route inefficiencies that exist in conventional GPRS networks between MSs and CHs are eliminated in that packets are no longer required to be routed through the GGSN of the MS's home PLMN. Rather, packets may be routed through a GGSN in the visiting PLMN. In this way, a path between the MS, to the visiting SGSN, to the visiting GGSN, to the CH is significantly more efficient than the conventional path requiring routing to another

PLMN (i.e., the MS's home PLMN). It is to be understood that according to the GSM/GPRS standard, only a GGSN is accessible by external hosts.

[0062] FIG. 6B illustrates relevant portions of the signaling involved in the attach and activation procedures involved in conventional GPRS mobile registration. Recall that when an MS is roaming in a visiting PLMN, it first needs to attach itself to a SGSN. The MS initiates the attach procedure by sending to the SGSN its International Mobile Subscriber Identity (IMSI) which is unique to each GPRS/GSM subscriber (not shown). Based on the IMSI, the SGSN informs the HLR in the home PLMN about the IP address of the SGSN, and the VLR in the visiting PLMN about the location area of the MS. This is accomplished via the Update Location/Activate MM Context message. As is known, this message contains the SGSN SS7 address, the SGSN IP address, and the IMSI of the MS. The HLR transmits the subscriber data to both the SGSN and the VLR via the Update Location/Activate MM Context Acknowledgement message. Note that signaling between the SGSN/HLR and the VLR is not shown in FIG. 6B for the sake of simplicity.

[0063] After the databases in the SGSN, HLR and VLR have been updated, the attach procedure is complete. After the MS has been attached to the SGSN, it can negotiate packet data protocol (PDP) activation. As is known, the MS sends to the SGSN an Activate PDP Context Request message containing the following information: NSAPI (Network Layer Service Access Point Identifier); PDP Type (e.g., X.25 or IP); PDP Address (e.g., an X.121 address); APN (Access Point Name requested by the MS); QoS (the Quality of Service profile requested for this PDP context); and PDP Configuration Options. Based on the information in the subscriber data, the SGSN determines the GGSN address in the home PLMN. Then the SGSN sends a Create PDP Context Request message to the home PLMN GGSN. This message contains the following information: IMSI; PDP Type; PDP Address; APN; QoS Negotiated; TID (Tunnel Identifier associated with the tunnel to be set up between the SGSN and the home GGSN); and PDP Configuration Options. Accordingly, this information includes, inter alia, the IP address of the MS and the GTP tunnel identifier (TID). The GGSN creates a new entry in its PDP context table which allows the GGSN to route IP packets (PDP protocol data units or PDUs) between the SGSN and the external IP network (e.g., corresponding hosts). The home GGSN sends a Create PDP Context Response message including: TID; PDP Address; BB Protocol (indicates whether TCP or UDP shall be used to transport data between the SGSN and the GGSN); Reordering Required (indicates whether the SGSN shall reorder N-PDUs before delivering them to the MS); PDP Configuration Options; and Cause. The SGSN returns an Activate PDP Context Accept message containing: PDP Type; PDP Address; NSAPI; QoS negotiated; and PDP Configuration Options, to the MS. Now the SGSN is able to route IP packets (PDP PDUs) between the GGSN and the MS. Note that Security Functions (e.g., authentication) may be performed between the MS and the SGSN.

[0064] Referring now to FIG. 6C, a signaling method for establishing an optimized route in a GPRS network according to the invention is shown. Advantageously, rather than the SGSN, to which the MS has attached, negotiating PDP Context messages directly with the GGSN 50 in the home PLMN, it negotiates PDP Context with a GGSN within its own PLMN, i.e., GGSN 60. The GGSN 60 negotiates PDP context with the home GGSN 50. It is to be appreciated that all GGSNs support one of the three IETF tunneling protocols e.g. IP-in-IP encapsulation, as well as the GTP. We also assume that the home GGSN can determine the visiting GGSN's IP address based on the SGSN's address. Once the home GGSN accepts the PDP context activation, the home GGSN can send a Binding Update message containing the visiting GGSN's information to the corresponding host (CH). The CH can then send packets directly to the visiting GGSN. The visiting GGSN sets up a GTP tunnel (or, for example, IP-in-IP tunnel) with the SGSN when it receives packets destined for the MS from the CH.

[0065] In order to establish a GTP (or, e.g., IP-in-IP tunnel) tunnel between the SGSN 48 and the GGSN 60, the conventional signaling messages are modified as shown in FIG. 6C. Specifically, during the attachment procedure, the SGSN passes the Update Location/Activate MM Context message to the visiting GGSN. The visiting GGSN then informs the HLR in the home PLMN 52 of its SS7 Address, its IP Address, and the IMSI of the MS. This is done in the Update Location/Activate MM Context message. The HLR responds with the Update Location/Activate MM Context Acknowledgement message. Then, in the activation procedure, a Route Optimization Option field is added to the Activate PDP Context Request message and to the Create PDP Context Request message. Advantageously, when the visiting GGSN receives the modified Create PDP Context Request message, it creates a new entry in its PDP context table which allows the visiting GGSN to route IP packets between the SGSN and the external IP network (e.g., corresponding hosts). That is, based on the information received, the visiting GGSN maps the TID and the IP address of the SGSN to the PDP Address assigned to the MS. This is so that when the visiting GGSN receives a packet with the TID from the SGSN, the visiting GGSN de-encapsulates the packet and

routes the data to the external PDN (e.g., CH 56). On the other hand, if the visiting GGSN receives a packet with the PDP address of the MS from the external PDN, the visiting GGSN encapsulates the packet after finding the TID and SGSN IP address that is mapped to that PDP address. Also, it is to be understood that the visiting GGSN sends the modified Create PDP Context Request message to the home GGSN 50, which responds with the Create PDP Context response.

[0066] Referring now to FIGs. 6D and 6E, flow diagrams contrasting packet routing in the conventional GPRS network and optimized packet routing in a GPRS network according to the invention are shown. As shown, in the conventional arrangement, SNDCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol) PDUs packets are routed between the MS 40 and the SGSN 48, the home GGSN maps the TTLI (Temporary Logical Link Identifier) and the NSAPI (Network Service Access Point Identifier) to the IP address of the home GGSN and TID such that GTP PDUs, containing TID and PDP PDUs, may be routed to the home GGSN from the SGSN, and back in the other direction. Then, PDP PDUs are routed between the home GGSN and the external PDN.

[0067] However, in accordance with the invention as shown in FIG. 6E, after the optimized route 62 is established between visiting GGSN 60 and the CH 56 in the external PDN 58 and the external PDN has received the Binding Update message from the GGSN 50, the CH and MS may transmit packets back and forth using the optimized route. That is, SNDCP PDUs packets are routed between the MS 40 and the SGSN 48, GTP encapsulated packets are routed between the SGSN 48 and the visiting GGSN 60, and PDP packets are routed between the visiting GGSN 60 and the CH 56.

[0068] Similarly, for CDPD system, if we assume that Home MDIS supports Binding Update messages and Serving MDIS (or its router) understands one of the 3 IETF tunneling protocols, then the same approach as discussed above with respect to GPRS can be used. Referring now to FIG. 7A, a block diagram of a CDPD network implementing route optimization according to the invention is shown. It is to be appreciated that there is no route optimization implemented in current CDPD networks. Accordingly, the present invention defines a new network entity: gateway IWF (IWF.G) through which a service provider connects to the public internet. For CDPD, the gateway IWF is a Home MD-IS in the foreign network (local HMD-IS) in which the M-ES has become temporarily associated, i.e., HMD-IS 24C. As will be explained below, a route 64 is advantageously established between a CH 34 and the HMD-IS 24C. Advantageously, route inefficiencies that exist in conventional CDPD networks between M-ESs and CHs are eliminated in that packets are no longer only required to be routed through the HMD-IS 24A in the home network of the MS. Rather, packets may also be routed through a HMD-IS in the visiting or foreign network. In this way, a path between the M-ES, to the SMD-IS, to the visiting HMD-IS, to the CH is significantly more efficient than the conventional path requiring routing to another network (i.e., the MS's home network).

[0069] Referring to FIG. 7B, conventional mobile registration signaling in CDPD is shown. After the authentication and encryption procedures are complete between the M-ES and the SMD-IS, to request access to the CDPD network, the M-ES sends an End System Hello (ESH) message containing the M-ES's IP or CLNP address and its credentials. The Serving MD-IS forwards the credentials to the M-ES home MD-IS via a CLNP network (if the M-ES is roaming). This is accomplished via the Redirect Request (RDR) message. One purpose of this message is to instruct the home MD-IS to redirect data destined for the M-ES through this serving area in which the M-ES is currently located. The HMD-IS compares the M-ES's credentials with those stored in a database, and responds to the Serving MD-IS whether access should be granted. This indication is given in the form of the Redirect Confirm (RDC) message. The serving MD-IS sends an Intermediate System Confirm (ISC) message to the M-ES indicating whether the M-ES may begin transmitting and receiving data over the CDPD network.

[0070] Referring now to FIG. 7C, CDPD mobile registration signaling according to the invention is shown. The signaling is the same between the M-ES and the SMD-IS (ESH and ISC) but rather than the SMD-IS sending the RDR message to the HMD-IS in the home network, the SMD-IS sends it to a HMD-IS in its own network (local HMD-IS). Then, the local HMD-IS sends a modified RDR message (RDR') to the home HMD-IS. Modification to the RDR to generate RDR' includes changing the Forwarding Network Address field to indicate the IP address of the local HMD-IS. This allows the home HMD-IS to keep a record. Also, a Route Optimization field is added to the RDR to inform the home HMD-IS that route optimization is invoked. The home HMD-IS then responds with a redirect confirmation message (RDC) to the local HMD-IS, which then sends an RDC message to the SMD-IS. Mobile registration is completed when the SMD-IS sends the ISC message to the M-ES. Accordingly, the local HMD-IS, rather than the home HMD-IS, is published to the outside world (e.g., external networks containing CHs) as the shortest path to the M-ES. This is accomplished by the home HMD-IS sending Binding Update messages to CHs indicating that the local

HMD-IS is the shortest path to the M-ES.

[0071] Referring now to FIGs. 7D and 7E, flow diagrams contrasting packet routing in the conventional CDPD network and optimized packet routing in a CDPD network according to the invention are shown. In the conventional arrangement, once routing information is advertised to external networks, a CH can send data to the M-ES. The CH sends a packet (DT) with the M-ES's address as the destination and its own address as the source. Since, in the conventional arrangement, the home HMD-IS advertises itself as the shortest path, the packet is routed there. The home HMD-IS encapsulates the packet ([DT]DT) for transmission through a CLNP tunnel established with the SMD-IS. The SMD-IS de-encapsulates the packet and sends it to the MS over the radio network. However, in accordance with the invention and as shown in FIG. 7E, since the local HMD-IS is advertised as the shortest path, the CH routes the packet to the local HMD-IS, which then encapsulates and transmits the packet over a CLNP tunnel (or, e.g., IP-in-IP tunnel) it has established with the SMD-IS. The SMD-IS then de-encapsulates the packet and sends it to the MS over the radio network.

[0072] Referring now to FIG. 8A, a block diagram illustrating handoffs using the route optimization methodology of the invention is shown. To facilitate the discussion of illustrating handoff according to the invention with respect to both GPRS and CDPD, we adopt a new set of terminology for the various network elements: mobile node (MN) and Inter-Working Function (IWF). The terminology mapping is shown in Table I below.

<tb><TABLE> Id=TABLE I Columns=3

<tb>

<tb>Head Col 1:

<tb>Head Col 2: CDPD

<tb>Head Col 3: GPRS

<tb>Mobile Node (MN)<SEP>Mobile End System<SEP>Mobile Station

<tb>Home IWF (IWF.H)<SEP>Home MD-IS<SEP>Gateway GSN

<tb>Serving IWF (IWF.S)<SEP>Serving MD-IS<SEP>Serving GSN

<tb>Gateway IWF (IWF.G)<SEP>Local HMD-IS<SEP>Visiting GGSN

<tb></TABLE> With the route optimization techniques of the invention described above and referencing the new terminology presented in Table I above, it is to be appreciated that when a mobile node moves and attaches itself to a new Serving IWF, the IWF providing the forwarding has not changed. Hence, the binding stored in the corresponding host is still valid. However, a new tunnel is needed between the Home IWF and the new Serving IWF. If the home and the visiting networks are separated by large distances, the signaling cost will be high and the delay in setting up the new tunnel will result in inefficient network resource usage.

[0073] A better solution is to use the gateway IWF as the anchoring point in the visiting network so that the tunnels from the home IWF and the corresponding hosts will not be affected by the movement of the mobile node. When the mobile node attaches itself to a new serving IWF, the gateway IWF merely sets up a new tunnel within the same network. In fact, tunnels may be pre-configured between the gateway IWF and all serving IWF belonging to the same network, so the interruption in packet delivery due to mobility is minimized.

[0074] Referring to FIG. 8B, a flow diagram illustrating handoff signaling according to the invention in a GPRS network, such as shown in FIG. 6A (with parenthetical reference to FIG. 8A), is shown. The MS 40 (MN) sends a Routing Area Update message to the new SGSN (new IWF.S). The new SGSN then negotiates a SGSN Context Request messages with the old SGSN (old IWF.S). Also, the new SGSN sends an Update PDP Context Request to the visiting GGSN 60 (IWF.G), which sends back an appropriate response. The visiting GGSN then updates the VLR with a Location Update Request. This informs the VLR of the change in serving nodes (from new SGSN to old SGSN). In this manner, the visiting GGSN 60 serves as an anchoring point in the handoff of the MS 40 from the old SGSN to the new SGSN when the MS moves from one routing area to another.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

ROUTE OPTIMIZING METHOD AND DEVICE FOR COMMUNICATION SYSTEM

Claims of corresponding document: **EP1009176**

[Translate this text](#)

1. A method of route optimization, in a GPRS network, for use in a support node in a network, within the GPRS network, in which a mobile station is currently visiting, the method comprising the steps of:

establishing a communication path between the support node in the visiting network and a serving support node in the visiting network, the serving support node being in direct communication with the mobile station;
and

routing a packet received directly from an external packet data network to the serving support node for transmission to the mobile station.

2. The method of Claim 1, further comprising the step of routing a packet received from the serving support node to the external data network.

3. The method of Claim 1, wherein a tunneling protocol is used to establish the communication path between the support node in the visiting network and the serving support node in the visiting network.

4. The method of Claim 3, wherein the tunneling protocol is an IP-in-IP encapsulation protocol.

5. The method of Claim 3, wherein the tunneling protocol is a minimal encapsulation protocol.

6. The method of Claim 3, wherein the tunneling protocol is a generic routing encapsulation protocol.

7. The method of Claim 1, wherein the establishing step further comprises mapping a communication path identifier and an address associated with the serving support node to an address assigned to the mobile station.

8. The method of Claim 1, wherein a tunneling protocol is used to establish the communication path between the support node in the visiting network and the serving support node in the visiting network such that the visiting support node encapsulates packets received from the external packet data network and de-encapsulates packets received from the serving support node.

9. The method of Claim 1, wherein the establishing step further comprises receiving an activation request message from the serving support node, the request message including a route optimization establishment field.

10. The method of Claim 9, wherein the establishing step further comprises sending an activation request response message to the serving support node.

11. The method of Claim 1, wherein the establishing step further comprises sending an update location message to a location register in a network, within the GPRS network, in which a mobile station is originally registered.

12. The method of Claim 1, wherein the visiting support node is used as an anchoring point in a handoff procedure involving the mobile station.

13. The method of Claim 1, wherein a support node in a network, within the GPRS network, in which a mobile station is originally registered sends a binding update message to the external packet data network advertising the visiting support node as the optimal path to the mobile station.

14. Apparatus for route optimization in a GPRS network, comprising:
packet equipment, located in a network within the GPRS network, configured to carry out a method as claimed in any of the preceding claims.

15. A method of route optimization, in a CDPD network, for use in an intermediate system node in a

network, within the CDPD network, in which a mobile end system node is currently visiting, the method comprising the steps of:

establishing a communication path between the intermediate system node in the visiting network and a serving intermediate system node in the visiting network, the serving node being in direct communication with the mobile node; and
routing a packet received directly from an external network to the serving node for transmission to the mobile node.

16. The method of Claim 15 further comprising the step of routing a packet received from the serving node to the external network.

17. The method of Claim 15 wherein a tunneling protocol is used to establish the communication path between the intermediate system node in the visiting network and the serving node in the visiting network.

18. The method of Claim 17, wherein the tunneling protocol is an IP-in-IP encapsulation protocol.

19. The method of Claim 17, wherein the tunneling protocol is a minimal encapsulation protocol.

20. The method of Claim 17, wherein the tunneling protocol is a generic routing encapsulation protocol.

21. The method of Claim 15, wherein a tunneling protocol is used to establish the communication path between the intermediate system node in the visiting network and the serving node in the visiting network such that the visiting intermediate system node encapsulates packets received from the external network and de-encapsulates packets received from the serving node.

22. The method of Claim 15, wherein the establishing step further comprises receiving a redirect request message from the serving node.

23. The method of Claim 22, wherein the establishing step further comprises sending a redirect request message to an intermediate system node in a network, within the CDPD network, in which the mobile node is originally registered, the request message including a route optimization establishment field and an address of the visiting intermediate system node.

24. The method of Claim 15 wherein the visiting intermediate system node is used as an anchoring point in a handoff procedure involving the mobile node.

25. The method of Claim 15 wherein an intermediate system node in a network, within the CDPD network, in which a mobile node is originally registered sends a binding update message to the external network advertising the visiting intermediate system node as the optimal path to the mobile node.

26. Apparatus for route optimization in a CDPD network, comprising:
packet equipment, located in a network within the CDPD network, configured to carry out a method as claimed in any of claims 15 to 25.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-201172

(P2000-201172A)

(43) 公開日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

テーマコード (参考)

1 0 2 D

審査請求 未請求 請求項の数48 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平11-347008

(22) 出願日 平成11年12月7日 (1999.12.7)

(31) 優先権主張番号 09/206428

(32) 優先日 平成10年12月7日 (1998.12.7)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッド

アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ
ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600

(72) 発明者 ケネス カール ブドカ

アメリカ合衆国 07746 ニュージャーク
イ, マールボロー, ストーン レーン 15

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫 (外11名)

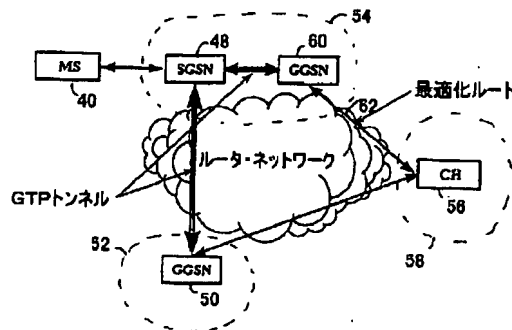
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システムにおけるルート最適化のための方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 CDPDおよびGPRSネットワークにおいてルート最適化技法を提供する。

【解決手段】 ゲートウェイGPRSサポート・ノードと、移動局が無線リンクを介して直接通信状態にあるサービングGPRSサポート・ノードとの間に、トンネルを形成する。外部の対応ホストは、ゲートウェイGPRSサポート・ノードにパケットをルーティングできる。移動局と対応ホストとの間でパケットの転送のために確立される経路は、短くなる。同様のルート最適化技法を、CDPDネットワークにおいて提供する。CDPDネットワークでは、フォーリン (訪問先) ネットワーク内のホーム・モバイル・データ中間システム・ノード (ローカルHMD-IS) が、ローミング中のモバイル・エンド・システムに対するゲートウェイ・ノードとして機能する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動局が現在訪問中のGPRSネットワーク内のネットワークのサポート・ノードにおいて用いられる、GPRSネットワークにおけるルート最適化の方法であって、

前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと、前記訪問中のネットワーク内の、前記移動局と直接通信状態にあるサービング・サポート・ノードとの間に通信経路を確立するステップと；外部パケット・データ・ネットワークから直接受信したパケットを前記サービング・サポート・ノードにルーティングし、前記移動局に送信する、ステップと；を備えることを特徴とする方法。

【請求項2】 請求項1の方法であって、更に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットを前記外部データ・ネットワークにルーティングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項3】 請求項1の方法において、前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする方法。

【請求項4】 請求項3の方法において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項3の方法において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項6】 請求項3の方法において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項7】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、通信経路識別子と前記サービング・サポート・ノードに関連するアドレスとを、前記移動局に割り当てたアドレスにマッピングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項1の方法において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記訪問中のサポート・ノードが、前記外部のパケット・データ・ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・サポート・ノードから、ルート最適化確立フィールドを含む活性化要求メッセージを受信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項10】 請求項9の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・サポート・ノードに活性化要求応答メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項11】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおける位置レジスタに、更新位置メッセージを送出するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項12】 請求項1の方法において、前記訪問中のサポート・ノードを、前記移動局を伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする方法。

【請求項13】 請求項1の方法において、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおけるサポート・ノードが、前記外部パケット・データ・ネットワークに、前記訪問中のサポート・ノードを前記移動局への最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項14】 GPRSネットワークにおけるルート最適化のための装置であって：移動局が現在訪問中の前記GPRSネットワーク内のネットワークに位置するパケット機器であって、前記訪問中のネットワークの、前記移動局と直接通信状態にあるサービング・サポート・ノードと通信経路を確立するように構成され、外部パケット・データ・ネットワークから直接受信したパケットを前記サービング・サポート・ノードにルーティングし、前記移動局に送信するようになっているパケット機器；を備えることを特徴とする装置。

【請求項15】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットを前記外部データ・ネットワークにルーティングするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項16】 請求項14の装置において、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする装置。

【請求項17】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項18】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項19】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項20】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、通信経路識別子と前記サービング・サポート・ノードに関連するアドレスとを、前記移動局

に割り当てたアドレスにマッピングするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項21】 請求項14の装置において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記パケット機器が、前記外部のパケット・データ・ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする装置。

【請求項22】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードから、ルート最適化確立フィールドを含む活性化要求メッセージを受信するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項23】 請求項22の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードに活性化要求応答メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項24】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおける位置レジスタに、更新位置メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項25】 請求項14の装置において、前記パケット機器を、前記移動局を伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする装置。

【請求項26】 請求項14の方法において、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおけるサポート・ノードが、前記外部パケット・データ・ネットワークに、前記パケット機器を前記移動局への最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする装置。

【請求項27】 モバイル・エンド・システム・ノードが現在訪問中のCDPDネットワーク内のネットワークの中間システム・ノードにおいて用いられる、CDPDネットワークにおけるルート最適化の方法であって、前記訪問中のネットワーク内の前記中間システム・ノードと、前記訪問中のネットワーク内の、前記モバイル・ノードと直接通信状態にあるサービング中間システム・ノードとの間に通信経路を確立するステップと；外部ネットワークから直接受信したパケットを前記サービング・ノードにルーティングし、前記モバイル・ノードに送信する、ステップと；を備えることを特徴とする方法。

【請求項28】 請求項27の方法であって、更に、前記サービング・ノードから受信したパケットを前記外部ネットワークにルーティングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項29】 請求項27の方法において、前記訪問中のネットワーク内の前記中間システム・ノードと前記

訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする方法。

【請求項30】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項31】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

10 【請求項32】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項33】 請求項27の方法において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記訪問中のネットワーク内の前記中間システム・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記訪問中の中間システム・ノードが、前記外部ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする方法。

【請求項34】 請求項27の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・ノードから、転送要求メッセージを受信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項35】 請求項34の方法において、前記確立するステップが、更に、前記モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードに、ルート最適化確立フィールドと前記訪問中の中間システム・ノードのアドレスとを含む転送要求メッセージを送出するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項36】 請求項27の方法において、前記訪問中の中間システム・ノードを、前記モバイル・ノードを伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする方法。

40 【請求項37】 請求項27の方法において、モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードが、前記外部ネットワークに、前記訪問中の中間システム・ノードを前記モバイル・ノードへの最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項38】 CDPDネットワークにおけるルート最適化のための装置であって：モバイル・エンド・システムが現在訪問中の前記CDPDネットワーク内のネットワークに位置するパケット機器であって、該パケット機器と、前記モバイル・ノードと直接通信状態にあるサービング中間システム・ノードとの間に通信経路を確立するように構成され、外部ネットワークから直接受信し

たパケットを前記サービング・ノードにルーティングし、前記モバイル・ノードに送信するようになっているパケット機器；を備えることを特徴とする装置。

【請求項39】 請求項38の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・ノードから受信したパケットを前記外部ネットワークにルーティングするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項40】 請求項38の装置において、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする装置。

【請求項41】 請求項40の装置において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項42】 請求項40の装置において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項43】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項44】 請求項38の装置において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記パケット機器が、前記外部ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする装置。

【請求項45】 請求項38の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・ノードから転送要求メッセージを受信するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項46】 請求項45の装置において、前記パケット機器が、更に、前記モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードに、ルート最適化確立フィールドと前記パケット機器のアドレスとを含む転送要求メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項47】 請求項38の装置において、前記パケット機器を、前記モバイル・ノードを伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする装置。

【請求項48】 請求項38の装置において、モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードが、前記外部ネットワークに、前記パケット機器を前記モバイル・ノードへの最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パケットを基本とする通信システムにおいてモビリティ管理を提供するための方法および装置に関し、更に特定すれば、General Packet Radio Service (GPRS) およびCellular Digital Packet Data (CDPD) システムにおけるルート最適化に関する。

【0002】

【従来の技術、及び、発明が解決しようとする課題】過去十年間で、コンピュータ・システム、無線通信およびデータ・ネットワークにおける進展により、モバイル・データ・ネットワークは、一般大衆にも利用可能なものとなった。モバイル・データ・ネットワークは、例えば、eメール、クライアントサーバ・アプリケーション、電子形態、発注システム、およびその他の有線データ通信アプリケーション等のデータ・アプリケーションを強化するものである。モバイル・データは、インターネット・アプリケーションに新たな局面をもたらしており、新たな種類のモビリティ機能を有するアプリケーションの開発者は、調査を始めつつある。

【0003】スループット強化セルラ (ETC)、MNPI10、およびその他のセルラ環境に合わせて特別に形成されたデータ・リンク・プロトコルの導入によって、約10kbpsのデータ・レートが得られる。しかしながら、回路切り替えセルラ・サービスの高接続時間課金特性は、多くのデータ・アプリケーションによく用いられるバースト状データ転送に、常に十分に適しているわけではない。この必要性に対処して、セルラ業界は、多重化効率を高めつつモバイル・コンピューティングに対応するために、2つの無線パケット・データ・システムを開発した。DCPD (Cellular Digital Packet Data) は、改良型移動電話システム (AMPS) に対するオーバーレイ・データ・ネットワークとして設計された。一方、GPRS (General Packet Radio System) は、移動通信用グローバル・システム (GSM) のために開発された。かかる無線パケット・データ・ネットワークの設計の範囲は、物理レイヤ (周波数割り当て、変調および符号化)、リンク・レイヤ (媒体アクセス制御、エラー回復およびフロー制御)、およびネットワーク・レイヤ (例えばインターネット・プロトコル (IP)) に及ぶ。

【0004】モビリティ管理は、モバイル・ホストがネットワーク中を移動する際のモバイル・ホストの追跡、および、インターネット・アプリケーションからモビリティを隠す全てのインタワーキング機能を包含する。モビリティ管理は、現在および将来の無線データ・ネットワークの基礎の1つである。帯域幅およびサービスの拡大に対するモバイル・ユーザの要望を満足させるため

に、新たな無線規格が提案および評価されており、これ

らには、日本におけるパーソナル・デジタル・セルラ・システム(PDC)に基づくPDCモバイル・パケット・データ通信システム(PDC-P)、およびユニバーサル・モバイル・テレフォン・サービス(UMTS)が含まれる。現在のネットワークが用いているモビリティ管理手法を理解し対比させると、既存および将来の無線データ・ネットワーキング技術に取り入れられる改善の可能性を認識するのに役立つことができる。

【0005】現在、3つのモビリティ管理手法がある。すなわち、IETF(Internet Engineering Task Force)によって開発された、提案されているモバイルIPプロトコル、CDPD、およびGPRSである。3つのモビリティ管理手法は全て、いくつかの顕著な特徴を共有している。以下に、様々なモビリティ管理の特徴を提供するために用いられる各手法について論じる。

【0006】I. モバイルIP

基本的なIETFモバイルIPプロトコルの概要は、1996年10月のIETF RFC2002、「IP Mobility Support(IPモビリティ・サポート)」C. Perkins(ed.)に記載されている。IETFモバイルIPプロトコルは、完全なモビリティ管理ソリューションではない。これは、単に、ネットワーク・レイヤ・ソリューションを与えるに過ぎない。高レベルでは、基本的なIETFモバイルIPは、ネットワーク内の適切なノードでルーティング・エントリをセットアップして、パケットをモバイル・ホストにルーティングする。

【0007】図1aを参照すると、モバイルIPアーキテクチャのブロック図が示されている。ネットワークには、IETFモバイルIPをサポートする4つのネットワーク・エントリがある。

・モバイル・ホスト(MH)2: サブネットワーク毎にアタッチメントの地点が変わるホストまたはルータ。モバイル・ホストは、そのIPアドレスを変えることなく、位置を変えることができる。

・ホーム・エージェント(HA)4: モバイル・ホストのホーム・ネットワーク10内のルータであり、MHがホームから離れた場合に、これに送出するためのデータグラムのトンネルを形成する。HAは、モバイル・ホストの現在位置情報を維持する。

・フォーリン・エージェント(FA)6: モバイル・ホストの訪問先すなわちフォーリン・ネットワーク12内のルータであり、登録中にモバイル・ホストにルーティング・サービスを提供する。フォーリン・エージェントは、ホーム・エージェントがトンネルを形成したモバイル・ホストへのデータグラムを送出する。

・対応ホスト(MH)8: モバイル・ホストが通信を行うことができるホストまたはルータ。

【0008】図1Bに、モバイルIPプロトコル・スタ

ックを示す。プロトコル・スタックの重要な特徴は、以下の通りである。

・伝達レイヤ モバイルIPの設計の間に、伝達プロトコルに関する想定は行われなかった。

・ネットワーク・レイヤ モバイルIPは、IPのみのネイティブ・サポートのみを提供する。移動体には、モバイルIPサービス・プロバイダによって、固定ホーム・アドレスが割り当てられる。

・リンクおよび物理レイヤ モバイルIPは、リンクおよび物理レイヤに関する想定を行っていない。フォーリン・エージェントとモバイル・ホストとの間の直接リンクを必要とするのみである。

【0009】基本的なモバイルIPは、三角形のルーティングを用いて、順方向IPパケットを、ローミング中のモバイル・ホストに送出する。各モバイル・ホストには、固有のホーム・アドレスが割り当てられている。モバイル・ホスト(MH)と通信を行うホストは、対応または該当のホスト(CH)として既知である。IPパケットをモバイル・ホストに送出する際に、対応ホストは、移動体の位置には無関係に、常にこのパケットをモバイル・ホストのホーム・アドレスにアドレスする。

【0010】各モバイル・ホストは、そのホーム・ネットワーク上に、モバイル・ホストの現在位置を維持するホーム・エージェント(HA)を持たなければならない。この位置は、気付アドレスとして識別され、モバイル・ホストのホーム・アドレスとその現在の気付アドレスとの間の関連は、モビリティ結合と呼ばれる。モバイル・ホストは、新たな気付アドレスを取得する度に、そのホーム・エージェントとの新たな結合を登録して、ホーム・エージェントが、対応するモバイル・ホストに向けられた次のトラヒックを送出できるようにしなければならない。

【0011】モバイル・ホストが、そのホーム・ネットワークから離れたネットワークに接続する場合、次の2つの方法のいずれかで、気付アドレスを割り当てることができる。

・フォーリン・エージェントのIPアドレスを用いる
・ダイナミック・ホスト・コンフィギュレーション・プロトコル(DHCP)サーバによってローカル・アドレスを取得する。DHCPは、DHCPサーバからホストにホスト特定コンフィギュレーション・パラメータを送出するためのプロトコル、およびネットワーク・アドレスをホストに割り当てるための機構から成る。

【0012】フォーリン・エージェントのIPアドレスを用いること

通常、モバイル・ホストは、エージェント発見プロトコルを用いて、訪問しているネットワーク内のフォーリン・エージェントを発見しようとする。エージェント発見プロトコルは、既存のICMP(インターネット制御メッセージ・プロトコル)ルータ発見プロトコルを拡張し

たものとして動作する。これによって、モバイル・ホストが、あるネットワークから別のネットワークに移動した時を検出すると共に、ホーム・ネットワークに戻った時を検出するための手段を提供する。モバイル・ホストは次いでフォーリン・エージェントに登録し、これ以降、フォーリン・エージェントのIPアドレスの1つを、モバイル・ホストの気付アドレスとして用いる。フォーリン・エージェントは、モバイル・ホストに対し、到着するパケットのためのローカル・フォワードとして機能する。一時的に割り当てたローカル・アドレスを用いる

【0013】あるいは、モバイル・ホストが、訪問先のネットワーク内で一時的なローカル・アドレスを取得可能な場合、モバイル・ホストは、この一時的なアドレスを気付アドレスとして用いることができる。この気付アドレスは、同位置気付アドレスと呼ばれる。この場合、モバイル・ホストは、この同位置気付アドレスを、直接ホーム・エージェントに登録する。

【0014】データ送出

モバイル・ホストがそのホーム・ネットワークから離れている場合、モバイル・ホストのホーム・エージェントは、プロキシARPを用いて、モバイル・ホストにアドレスされるパケットを傍受する。プロキシARPを用いることで、モバイル・ホストの代わりにホーム・エージェントが、ホーム・リンクに送出されたARP要求に返答することになる。次いで、ホーム・エージェントは、モバイル・ホストに対する全パケットを、その現在位置に送出する。ホーム・エージェントは、傍受した各パケットを、モバイル・ホストの現在の気付アドレスにトンネル送出することによって、これを達成する。トンネリングにより、新たなIPヘッダを元のIPパケットに加えて、ソース・アドレスをホーム・エージェントのアドレスとし、宛先アドレスをモバイル・ホストの現在の気付アドレスとする。

【0015】フォーリン・エージェントが気付アドレスを与える場合、フォーリン・エージェントは、パケットからあらゆるトンネリング・ヘッダを除去し、モバイル・ホストが登録されているローカル・ネットワーク上でこれを送信することによって、モバイル・ホストにローカルにパケットを送出する。モバイル・ホストが、ローカルに取得した一時的なアドレスを気付アドレスとして用いている場合には、トンネル送出されたパケットを、直接モバイル・ホストに送出する。モバイル・ホストは、内容を翻訳する前に、トンネル・ヘッダを除去すると予想される。

ピーコニング・プロトコル： エージェント通知

【0016】ホーム・エージェントおよびフォーリン・エージェントは、それらが接続され、サービスを提供するように構成されている各ネットワーク上に、エージェント通知メッセージを同報通信することによって、それ

らの存在を定期的に通知する。ホーム・エージェントおよびフォーリン・エージェントは、ネットワーク上の別個のノードによって提供することができる。あるいは、単一のノードが、ホーム・エージェントおよびフォーリン・エージェント双方の機能性を実現することも可能である。

【0017】定期的なエージェント通知を聴取することによって、モバイル・ホストは、現在そのホーム・リンクまたはフォーリン・リンクのどちらに接続されているのか、および、あるリンクから別のリンクに移動したか否かについて判定することができる。更に、モバイル・ホストは、エージェント要請メッセージを送出して、モバイル・ホストと同一リンク上の全てのエージェントに、即座にエージェント通知を送信させることも可能である。

【0018】エージェント通知およびエージェント要請は、1991年9月のIETF RFC1256、「ICMP Router Discovery Messages (ICMPルータ発見メッセージ)」S. Deering (ed.) に規定されているようなルータ通知およびルータ要請メッセージを拡張したものである。ICMPルータ通知メッセージは、同一リンク上の全ホストがデフォルト・ルータとして使用可能なルータ・アドレスおよび基本設定値のリストを含む。ICMPルータ通知メッセージは、定期的に同報通信される。しかしながら、ホストは、ルータ要請メッセージを送出することによって、ICMPルータ通知を要求することができる。エージェント要請メッセージは、Time-to-Liveフィールドが1に設定されている以外は、ルータ要請メッセージと全く同じように見える。エージェント通知メッセージは、モビリティ・エージェント通知の付加部分が存在するために、ルータ通知メッセージよりも長い。ホストは、IP合計長フィールド、アドレス数およびアドレス・エントリ・サイズ・フィールドを用いて、受信したICMPメッセージがルータ通知であるかエージェント通知であるかを判定することができる。

【0019】モバイル・ホストが移動したことを判定することができる2つの方法がある。第1の方法は、エージェント通知のICMPルータ通知部分内の有効期間フィールドを用いることである。モバイル・ホストがフォーリン・エージェントに登録されており、かつ、指定された有効期間内に当該エージェントから通知を聴取することができない場合、このモバイル・ホストは、移動し終えたものと想定することができる。移動を検出するための第2の方法は、ネットワーク・プレフィクスを用いる。モバイル・ホストは、新たに聴取した通知のネットワーク・プレフィクスを、登録されているフォーリン・エージェントのものと比較する。それらが異なっている場合、モバイル・ホストは、移動し終えたものと判断する。

【0020】同位置気付アドレスを用いるモバイル・ホストでは、モバイル・ホストは、それらのネットワーク・インタフェース・ドライバを、無差別モードに置くことができる。このモードでは、モバイル・ホストは、リンク上の全パケットを調べる。リンクを横断しているパケットの中に、モバイル・ホストの現在の同位置気付アドレスに等しいネットワーク・プレフィクスを有するものがない場合、モバイル・ホストは、移動し終えており、新たな気付アドレスを獲得すべきであると推測することができる。

【0021】移動体登録

モバイルIP登録は、登録要求および応答メッセージの交換から成る。登録メッセージは、UDPパケットのデータ部分内で送られる。モバイルIPでは、モバイル・ホストが登録を開始する。登録を用いて、モバイル・ホストは以下のことを行う。

- ・フォーリン・エージェントからサービスを送出するデータを要求する
- ・ホーム・エージェントに現在位置を知らせる
- ・終了予定の登録を更新する
- ・モバイル・ホストがそのホーム・リンクに戻る時に登録解除する

【0022】モバイル・ホストは、直接ホーム・エージェントに、またはフォーリン・エージェントを介して、登録を行うことができる。モバイル・ホストが登録要求メッセージを送出し、登録プロセスを開始する。フォーリン・エージェントを介して登録を行う場合、フォーリン・エージェントは、このメッセージを調べ、これをホーム・エージェントに中継する。

【0023】ホーム・エージェントおよびモバイル・ホストは、登録メッセージの一部であるモバイルホーム認証拡張内の規定の認証フィールドを介して、互いに認証を行う。モバイルフォーリン認証拡張は、1996年10月のIETF RFC2002、「IP Mobility Support (IPモビリティ・サポート)」C. Perkins (ed.) における任意選択の機構である。

【0024】ホーム・エージェントは、登録要求を受けると、指定された気付アドレス、モバイル・ホストのホーム・アドレスおよび登録有効期間に従って、モバイル・ホストの結合エントリを更新する。次いで、ホーム・エージェントは登録応答を送出して、試みた登録が成功したか否かについてモバイル・ホストに通知する。フォーリン・エージェントを介して登録を行う場合、フォーリン・エージェントは、既知の訪問中のモバイル・ホストのリストを更新し、登録応答をモバイル・ホストに中継する。モバイル・ホストは、適当な時間期間内に登録応答を受信しない場合、登録要求を何度も再送信する。

【0025】モバイル・ホストに対するデータ送出

図1Cを参照すると、データ送出を図示するモバイルI

Pネットワークのブロック図が示されている。ホーム・エージェント4は、登録されているモバイル・ホスト2のホーム・アドレスに宛てられたパケットを傍受し、モバイル・ホストのホーム・アドレスに対する到達可能性を通知する。あるいは、ホーム・エージェントは、自発的なプロキシ・サーバを用いることができる。ホーム・エージェントがモバイル・ホストから登録要求メッセージを受信すると、自発的ARP (要請されていないARP応答) を用いて、同一のホーム・リンク内のホストに対し、それらのARPキャッシュにおける現在のマッピングを変更して、モバイル・ホストの新たなリンク・レイヤ・アドレスをホーム・エージェントのものに反映させる必要があることを通知する。モバイル・ホストの登録が成功した後、ホーム・エージェントは、モバイル・ホストの代わりに、あらゆるARP要求に応答することになる。かかるARP応答は、プロキシARPと呼ばれる。

【0026】全てのホーム・エージェント4およびフォーリン・エージェント6は、トンネリングの目的のために、IP-in-IPカプセル化 (例えば、1996年10月の「IP Encapsulation in With in IP (IP内のIPカプセル化)」C. Perkinsに記載されている) を実施する必要がある。加えて、それらは、最小カプセル化 (例えば、1996年10月の「Minimal Encapsulation Within IP (IP内の最小カプセル化)」C. Perkinsに記載されている)、および一般ルーティングのカプセル化 (例えば、「Generic Routing Encapsulation (一般ルーティングのカプセル化) (GRE)」S. Hank s., R. Li, D. Farinacci, P. Tra inaに記載されている) を実施する場合がある。

【0027】ホーム・エージェントが、そのモバイル・ホストの1つに宛てたパケットを受信した場合、対応する結合を参照する。次いで、ホーム・エージェントは、このパケットを気付アドレスにトンネル送出する。カプセル化した内パケットは、対応ホスト8からモバイル・ホストのホーム・アドレスまでである。フォーリン気付アドレスの場合には、フォーリン・エージェントがトンネル送出されたパケットを受信すると、外パケットを除去して、元の内パケットを回復させる。フォーリン・エージェントは、宛先アドレスが登録モバイル・ホストのものであることを見出し、適切なインタフェースを参照して、パケットをモバイル・ホストに送出する。同位置気付アドレスの場合、モバイル・ホストは、トンネル送出されたパケットを受信すると、同様の処理を実行する。

【0028】モバイル・ホストからのデータ送出

モバイル・ホストがフォーリン・エージェントを介して登録している場合、モバイル・ホストは、そのルータと

してフォーリン・エージェントを選択するか、または、いずれかのノードのエージェント通知またはルータ通知のICMPルータ通知部分内のルータ・アドレス・フィールドにアドレスが現われるいずれかのルータを選択することができる。

【0029】フォーリン・リンク上の同位置気付アドレスを登録しているモバイル・ホストは、モバイル・ホストがいかなるルータ通知でも聴取可能な場合、ICMPルータ通知のルータ・アドレス・フィールド内にまとめられたアドレスのいずれでも用いることができる。その他の場合は、同一の機構を利用して、その同位置気付アドレスを取得し、適切なルータのアドレスを与えることができる。

【0030】11. CDPD

CDPDシステムは、既存の800MHzセルラ改良型移動電話システム(AMPS)ネットワークに対するオーバーレイ・データ・ネットワークとして設計された。典型的な最大ネットワーク・レイヤ・スループットは、移動体当たり約12kbpsであり、これは、軽量クライアント・サーバ・アプリケーションが発生するバースト状トラヒックに十分に適したエアリンクとして機能する。

【0031】図2Aを参照すると、CDPDネットワークのブロック図が示されている。高レベルでは、CDPDのネットワーク・アーキテクチャは、800MHzのアナログ・セルラ改良型移動電話システム・ネットワークのCDPDネットワークに極めて類似している。ネットワーク展開および動作コストを低く維持するために、CDPDのネットワーク側のRF送信機および受信機は、既存のセルラ音声ネットワークのインフラの多く、すなわち、アンテナ・タワー、RF増幅器、セル・サイト・エンクロージャ、およびセル・サイト・モバイル電話交換局中継線を再使用するように設計された。オーバーレイ・アーキテクチャによって、既存のセルラ・サービス・プロバイダは、音声インフラにおける相当の大きさの投資を借り入れることができる。

【0032】CDPDネットワークは、以下の構築ブロックから構成される。

・CDPDの加入者デバイスであるモバイル・エンド・システム(M-E S)20: M-E S内のRFサブシステム回路が、AMPSチャネル上でCDPDのガウス変調シフト・キーイング変調を実行する。追加のM-E Sハードウェアおよびソフトウェアは、CDPDプロトコル・スタックおよびユーザ・インタフェースを実行する。

・CDPDのネットワーク側RF終端であるモバイル・データベース・ステーション(MDBS)22: MDBSは、CDPD無線リソース管理、逆方向(M-E Sからネットワークへ)リンク媒体アクセス制御プロトコルの終端、およびM-E Sとの間のリンク・レイヤ・フ

レームの中継を担う。また、MDBSは、ネットワーク・タイム、プロトコル・パラメータ、およびシステム・コンフィギュレーション情報をM-E Sに通知するCDPD特定システム情報メッセージの定期的な同報通信も担う。

・CDPDのモビリティ自覚ネットワーク・レイヤ・ルータであるモバイル・データ・中間システム(MD-I S)24: モバイル・データ・中間システムは、モビリティ非自覚アプリケーションから、M-E Sのモビリティを隠す。MD-I Sは、ネットワーク・レイヤ・パケットをM-E Sに送出し、使用料金会計、モビリティ管理に用いるデータを収集する。

・ネットワーク・ルータ26: ネットワーク・ルータ26は、高速データ・リンクを介してMD-I Sに結合されており、MD-I Sと構内ネットワーク28、インターネット30、および他のCDPDサービス・プロバイダ32との間に通信経路を提供する。

【0033】また、CDPDネットワークは、多数のネットワーク・サポート・サービス、すなわち使用料金会計、M-E S認証、ネットワーク管理を必要とする。サービスの相互運用性については、CDPD仕様である、1993年7月19日のCDPDシステム仕様のリリース1.0は、これらのサポート・サービスのための標準的なインタフェースについて明記する。

【0034】図2Bに、CDPDのプロトコル・スタックを示す。プロトコル・スタックの重要な特徴は以下の通りである。

・ネットワーク・レイヤ CDPDは、IPおよびCLNPのネイティブ・サポートを提供する。移動体には、CDPDサービス・プロバイダによって、固定ネットワーク・レイヤ・アドレスが割り当てられている。今日まで、あらゆるM-E SはIPを用いている。MD-I Sは、CLNPネットワークを用いて、制御メッセージの交換、ローミング中の移動体に対するパケット送出、生の会計データの分配およびネットワーク管理を行う。

・Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SNDCP)

CDPDプロトコル・スタックは、エアリンク帯域幅を効率的に用いるために設計された。TCP/IPの圧縮は、ヤコブセン

・ヘッダ圧縮を用いる。また、ヘッダ圧縮は、CLNPヘッダのために規定される。SNDCPパケットのペイロードを圧縮するために、任意選択のV.42bis圧縮をサポートする。

・リンク・レイヤ CDPDのモバイル・データ・リンク・プロトコル(MDLP)は、HDLCに類似している。効率的な再送信のために、選択性拒絶を規定する。

【0035】CDPDセル選択

M-ESは、登録可能となる前に、固定するために十分な強度の、CDPDチャンネル・ストリームを搬送するAMP Sチャンネルを検索する。M-ESは、順方向リンク上で送出されるデジタル署名を用いて、AMP Sチャンネルがその上にCDPDチャンネル・ストリームを有することを判定する。CDPDチャンネル・ストリームに固定した後、M-ESは、順方向チャンネルのブロック・エラー・レートを測定する。測定したブロック・エラー・レートが許容可能であることがわかると、M-ESは、CDPDチャンネル・ストリームの論理アドレスおよび他のコンフィギュレーション情報を含むCDPDシステム・オーバーヘッド・メッセージであるCDPDチャンネル識別メッセージを得るために、順方向チャンネルを聴取する。

【0036】移動体登録

M-ESがCDPDネットワークにアクセス可能となる前に、M-ESは登録を行わなければならない。登録によって、M-ESは、聴取している現在のCDPDチャンネルをCDPDネットワークに通知し、これによって、CDPDネットワークは、M-ESに宛てられたあらゆるパケットを、正しいセルおよびCDPDチャンネルに送出することができる。更に、登録は、不正のネットワーク使用に対する防御の最前線として機能する。登録の間、M-ESは、CDPDネットワークに、ネットワークがユーザを認証するために用いる共有シークレットを含む暗号化メッセージを送出する。無効な資格証明を提示するM-ESは、CDPDネットワークに対するアクセスを拒否される。

【0037】登録の間、M-ES、ホームおよびサービングMD-IS、および他のCDPDネットワーク・エレメントの間で、多数のメッセージが送信される。図2Cは、M-ES登録の試みが成功した典型的な場合のメッセージ・フロー図を示す。

【0038】チャンネル識別メッセージを受信した後、M-ESは、MD-ISとの間で送信するリンク・レイヤ・フレームを識別するために用いるリンク・レイヤ・アドレスである端末終点識別子(TEI)に対する要求を送出する。TEI要求メッセージは、MDBSによって受信され、サービングMD-ISに送出される。サービングMD-ISは、M-ESのためのTEIを発生し、その値をM-ESに送出する。MD-ISは、M-ESに、中間システム・キー交換(IKE)メッセージを送出することによって、Diffie-Hellmanキー交換を開始する。次いで、M-ESは、終端システム・キー交換(EKE)メッセージによって応答する。この時点より後は、サービングMD-ISとM-ESとの間の全ての通信は暗号化される。CDPDネットワークに対するアクセスを要求するため、M-ESは、M-ESのIPまたはCLNPアドレスおよびその資格証明を含む終端システム・ハロー・メッセージを送出する。サービングMD-ISは、(M-ESがローミング中であ

る場合は)CLNPネットワークを介して、M-ESのホームMD-ISに、資格証明を送出する。ホームMD-ISは、M-ESの資格証明を、データベースに格納されているものと比較し、アクセスを付与するか否かについてサービングMD-ISに応答する。サービングMD-ISは、中間システム確認(ISC)メッセージをM-ESに送出して、M-ESが、CDPDネットワーク上でデータの送信および受信を開始可能か否かを示す。

10 【0039】データ転送

図2Dを参照すると、ネットワーク・データ・フローを例示するCDPDネットワークのブロック図が示されている。CDPDは、三角形のルーティングを用いて、順方向IPパケットを、ローミング中のM-ES20に送出する。各M-ESのIPアドレスは、ホームMD-IS24Aにマップする。ホームMD-ISは、ホームとなっているM-ES全てのサービングMD-IS24Bを追跡する。それらのホームではないサービングMD-ISを用いてM-ESに送出されたパケットは、M-ESのホームMD-ISにルーティングされる。次いで、ホームMD-ISは、CLNPトンネルを介して、サービングMD-ISにトラヒックを送出する。このようなトラヒックの送出は、CDPDネットワーク内の全てのMD-ISが、サービスを提供する全ての移動体のためのホームMD-ISのCLNPアドレスを知っている必要があるということを意味する。ローミング協約を有するキャリアは、この情報を共有する。IP-CLNPマッピングは、手動で維持される。ローミング中のM-ESが送出する逆方向IPパケットは、通常のIP/CLNPルーティングに従う。

【0040】各CDPDチャンネルの順方向リンク上で送出されるオーバーヘッド・メッセージは、チャンネル識別のみならず、セルラ・サービス・プロバイダの識別も与える。追加のオーバーヘッド・メッセージは、M-ESに、ハンドオフを支援するため、近隣セル上のどこでCDPDチャンネルを見出すかを知らせる。

【0041】III. GPRS

General Packet Radio Service (GRPS)は、移動通信用グローバル・システム(GSM)のために、欧州電気通信標準化機構(ETSI)が開発したパケット・データ・サービスである。GSM/GPRS規格は、GSM03.60、デジタル・セルラ電気通信システム(フェーズ2+)、General Packet Radio Service (GPRS)、1998年のサービス解説、ステージ2、バージョン5.3.0において見出される。

【0042】図3Aを参照すると、GPRSネットワークのブロック図が示されている。GPRSアーキテクチャでは、4つの論理エレメントがある。すなわち、移動局(MS)40、基地局サブシステム(BSS)42、

位置レジスタすなわち訪問先の位置レジスタ (VLR) 44およびホーム位置レジスタ (HLR) 46、GPRSサポート・ノードすなわちサービングGPRSサポート・ノード (SGSN) 48およびゲートウェイGPRSサポート・ノード (GGSN) 50である。図3Aは、MSが、そのホーム・パブリック・ランド・モバイル・ネットワーク (PLMN) 52から、訪問先のPLMN 54にローミングする場合を示す。MSに接続されているGSNは、サービングGSN (SGSN) 48と呼ばれ、モバイル・スイッチング・センタすなわちMSC (図示せず) に位置する訪問先の位置レジスタ (VLR) 44にアクセスを有する。しかしながら、MSは、ゲートウェイGSN (GGSN) 50がアクセス可能なホーム位置レジスタ (HLR) 46に登録されている。パケット・データ・ネットワーク (PDN) 58における対応ホスト (CH) 56は、最初にGGSNを介して、MSにIPパケットを送出する。

【0043】図3Bを参照すると、GPRSプロトコル・スタックが示されている。パケット・データ・ネットワーク (PDN) は、対応ホスト (CH) からゲートウェイGSN (GGSN) までの接続を与えるIPネットワークである。GGSNとサービングGSN (SGSN) との間では、IPパケットの伝達は、GRPSトンネリング・プロトコル (GTP) GSM 09. 60、デジタル・セルラ電気通信システム (フェーズ2+)、General Packet Radio Service (GPRS)、データおよびシグナリングの双方のために用いられるGnおよびGpインタフェースを介したGPRSトンネリング・プロトコル (GTP) によって行われる。PLMN内およびPLMN間にGSNを接続するネットワークは、構内IPネットワークである。GTPがIPパケットをカプセル化する場合、UDP (ユーザ・データグラム・プロトコル) を用いて、GTP PDU (プロトコル・データ・ユニット) を搬送する。SGSNでは、元のIPパケットを回復させ、SN DPに従って再びカプセル化して、MSに伝達する。SGSNとMSとの間の論理リンク制御 (LLC) によって、信頼性の高い接続が提供される。基地局システムGPRSプロトコル (BSSGP) を用いて、SGSNとBSSとの間のルーティングおよびサービスの質に関連する情報を送る。BSSでは、LLC PDUを回復させ、無線リンク制御 (RLC) 機能を用いてMSに送出する。

【0044】GPRSセル選択

GPRSネットワークでは、セルをルーティング・エリア (RA) に組織化し、次いで位置エリア (LA) にグループ化する。MSがGRPSサービスを用いることを望む場合、最初に、GPRSルーティング・エリアおよびGPRSセル選択を行う。これらの選択は、GSM電話加入に類似した手順を用いて、MSが自動的に行う。

この手順は、近くのセルからの信号品質の測定および評価を含み、更に、候補のセル内の輻輳の検出および回避を含む。基地局システム (BSS) は、更に、あるセルを選択するようにMSに命令することができる。

【0045】移動体登録

GPRSにおける移動体登録は、2つの手順、すなわちアタッチと活性化とに分割することができる。

【0046】アタッチ手順

MSが訪問先のPLMN内でローミングしている場合、最初にSGSNにアタッチする必要がある。MSは、各GPRS/GSM加入者に一意の国際移動加入者アイデンティティ (IMSI) をSGSNに送出することによって、アタッチ手順を開始する。IMSIに基づいて、SGSNは、SGSNのIPアドレスについてホームPLMNのHLRに通知し、更に、MSの位置エリアについて訪問先のPLMNのVLRに通知する。HLRは、SGSNおよびVLRの双方に加入者データを送信する。SGSN、HLR、およびVLRのデータベースを更新した後、アタッチ手順は完了する。

【0047】活性化手順

MSをSGSNにアタッチした後、使用するパケット・データ・プロトコル (PDP) を処理することができる。MSは、MSのIPアドレスが存在していれば、これをSGSNに送出し、存在していない場合は、ホームまたは訪問先のPLMNがIPアドレスを割り当てる。加入者データの情報に基づいて、SGSNは、ホームPLMNのGGSNアドレスを判定する。次いで、SGSNは、MSのIPアドレスおよびGTPトンネル識別子 (TID) と共に、GGSNにメッセージを送出する。GGSNは、そのPDPコンテキスト・テーブルに新たなエントリを生成し、これによって、GGSNは、SGSNと外部IPネットワークとの間でIPパケットをルーティングすることができる。エントリは、モバイルIPのための結合情報に類似している。このようにして、SGSNは、GGSNとMSとの間でIPパケットのルーティングを可能とする。

【0048】データ転送

図3Cを参照すると、GPRSデータ転送を例示するブロック図が示されている。MSをGPRSにアタッチし、PDPコンテキスト活性化手順を完了した後、GPRSネットワークは、外部のパケット・データ・ネットワークとMSとの間で、IPパケットを透過的に伝達する。対応ホスト (CH) がMSに送出すべきパケットを有する場合、ARP要求 (MSのIPアドレス) を送出し、GGSNがこれに応答する。IPパケットをGGSNにルーティングすると、IPパケットは、GPRSトンネル・プロトコル (GTP) ヘッダによってカプセル化される。GTP PDUをUDP PDUに挿入し、これをIP PDUに再び挿入する。IPヘッダは、SGSNのアドレスを含む。SGSNでは、元のIPパケッ

トを回復させ、再度カプセル化して、MSに送信する。

【0049】MSがCHに送出するパケットについては、逆方向トンネルを用いる。この場合、SGSNは、GTPを用いてカプセル化を行い、GTP PDUをGGSNに送信する。GGSNでは、元のIPパケットを回復させ、通常のIPルーティングを用いてCHに送出する。

【0050】モバイルIPがいくつかのルート最適化技法を実施することは公知であるが、CDPDおよびGPRSネットワークはこれを行わない。従って、CDPDおよびGPRSネットワークにおいてルート最適化技法

を実施すれば、極めて有利であろう。

【0051】本発明は、GPRSおよびCDPDネットワークにおいてルート最適化を与える方法および装置を提供する。本発明の一態様では、GPRSネットワークにおけるルート最適化技法は、ローミング中の移動局が現在位置している訪問先のパブリック・ランド・モバイル・ネットワークにおいて、ゲートウェイGPRSサポート・ノードを確立することを含む。具体的には、ゲートウェイGPRSサポート・ノードと、移動局が無線リンクを介して直接通信しているサービングGPRSサポート・ノードとの間に、トンネルを形成する。このようにして、外部の対応ホストは、従来のGPRSネットワークにおいて行ったように、移動局のホーム・パブリック・モバイル・ネットワークのGPRSサポート・ノードでなく、ゲートウェイGPRSサポート・ノードに、パケットをルーティングすることができる。好都合なことに、移動局と対応ホストとの間でパケット転送のために確立する経路は短くなる。

【0052】本発明の別の態様では、CDPDネットワークにおけるルート最適化技法を提供する。CDPDネットワークの場合は、フォーリン（訪問先）ネットワーク内のホーム・モバイル・データ中間システム・ノード（ローカルHMD-IS）が、ローミング中のモバイル・エンド・システムに対するゲートウェイ・ノードとして機能する。具体的には、ローカルHMD-ISと、モバイル・エンド・システムが無線リンクを介して直接通信しているフォーリン・ネットワークのサービングMD-ISとの間に、トンネルを形成する。このようにして、外部の対応ホストは、従来のCDPDネットワークにおいて行ったように、移動局のホーム・ネットワークのHMD-ISでなく、ローカルHMD-ISに、パケットをルーティングすることができる。有利な点として、モバイル・エンド・システムと対応ホストとの間でパケット転送のために確立する経路は短くなる。

【0053】本発明の更に別の態様では、モバイル・ノードに対してハンドオフ手順を実行する場合に、GPRSおよびCDPDネットワーク内のかかるゲートウェイ・ノードを、訪問先のネットワークにおける固定点として用いることができる。

【0054】本発明のこれらおよび他の目的、特徴および利点は、以下の例示的な実施形態の詳細な説明を、添付図面と関連付けて読むことによって、明らかとなる。

【0055】

【発明の実施の形態】GPRSおよびCDPDネットワークの状況において、特にルート最適化に関して、以下に本発明を説明する。しかしながら、本明細書中で論じる本発明の教示は、これに限定されないことは認められよう。すなわち、ここに記載する本発明のルート最適化の方法論および装置は、GPRSおよびCDPDネットワークと同様の、パケットを基本とするその他の通信システムにおいて、実施することができる。更に、移動または固定ノード（例えばモバイル・ホスト、移動局、モバイル・エンド・システム、対応ホスト等）において、またはネットワーク・アクセス・ノード（例えばホーム・エージェント、フォーリン・エージェント、SGSN、GGSN、HMDIS、SMDIS等）において用いるための、ここに記載する方法論は、それぞれ関連する1つ以上のプロセッサによって実行されることは理解されよう。ここで用いる「プロセッサ」という語は、CPU（中央演算装置）、またはマイクロプロセッサ、および関連するメモリを含む、いかなる処理デバイスも含むことを意図している。ここで用いる「メモリ」という語は、RAM、ROM、固定メモリ・デバイス（例えばハード・ドライブ）、または着脱可能メモリ・デバイス（例えばディスク）等の、プロセッサまたはCPUに関連するメモリを含むことを意図している。更に、処理ユニットは、この処理ユニットにデータを入力するために、例えばキーパッドまたはキーボードのような1つ以上の入力デバイスを含むことができ、更に、処理ユニットに関連する結果を与えるために、例えばCRPディスプレイ等の1つ以上の出力デバイスも含むことができる。従って、本発明の方法論を実施することに関連するソフトウェア命令またはコードを、関連メモリに格納し、利用する準備が整った場合に、適切なCPUによって検索し実行すれば良い。

【0056】図4を参照すると、本発明に従って用いるための、移動または固定ノード（例えばモバイル・ホスト（MH）、移動局（MS）、モバイル・エンド・システム（M-ES）、および対応ホスト（CH））、またはネットワーク・アクセス・ノード（例えばホーム・エージェント（HA）、フォーリン・エージェント（FA）、SGSN、GGSN、HMDIS、およびSMDIS）等の、ネットワーク・エレメントの例示的なハードウェア・アーキテクチャのブロック図が示されている。各ネットワーク・エレメントは、これに関連する動作を制御するためのプロセッサ100を含み、これは、その関連するメモリ102と協同し、以下に詳しく記載する本発明の方法論を含む。また、各ネットワーク・エ

レメントは、通信リンク106を介して他のネットワーク・エレメントと通信を行うための1つ以上の通信インタフェース104（例えばモデム）も含む。通信インタフェース（群）104およびリンク（群）106は、インタフェースが位置するネットワーク・エレメントのタイプに特定のであると共に、通信を行う他のネットワーク・エレメントのタイプにも特定のであることは認められよう。

【0057】モバイルIP、CDPDおよびGPRSにおけるモビリティ管理のいくつかの基本的な特徴は、例えば、ピーコン、登録、およびデータ転送について、先に説明および／または言及した。例えば、3つのプロトコルは全て、ある形態のピーコニング・メッセージを用いる。CDPDおよびGPRSは、エアリンク・ピーコニング・メッセージを用い、一方、モバイルIPは、ネットワーク・レイヤ・ピーコニング・メッセージを用いる。CDPDおよびGPRSのユーザは、セル識別子、ルーティング／位置エリアの変化に基づいて移動を検出し、一方、モバイルIPのユーザは、ネットワーク・レイヤ・ピーコニング・メッセージ内の指定されたネットワーク・プレフィクスに基づいて移動を検出する。更に、CDPDおよびGPRSは双方とも、リンク・レイヤおよびネットワーク・レイヤ・メッセージの組み合わせを用いて新たな登録を完了し、一方、モバイルIPは、ネットワーク・レイヤ・メッセージのみを用いる。3つの手法の全てにおいて、登録は、いくつかのタイムの満了時にリフレッシュされる。CDPDおよびGPRS用のタイムは、モバイルIP用のものよりも長い場合がある。更に、3つのモビリティ管理手法は全て、対応ホストからモバイル・ホストにパケットを送出するため、三角形のルーティングを用いる。全てのパケットは、異なる形態のトンネリング（例えばIP-in-IP、CLNP、GTP）を用いて、ホーム・ノードを介して、サービング・ノードにルーティングされる。モバイル・ホストが送出するパケットについては、GPRSモビリティ管理手順は、逆方向トンネリングを用いて、パケットをGGSNに送出する。しかしながら、CDPDおよびモバイルIPでは、モバイル・ホストからのパケットは、ホームMDISまたはホーム・エージェントを通過することなく、通常のルーティング手順を用いてルーティングする。

【0058】以前に論じ、図示したように、モバイルIP、GPRSおよびCDPDは、三角形のルーティングを用いて、対応ホストからモバイル・ノードにパケットをルーティングする。対応ホストとサービング・ネットワークとの間の経路の方が通常短いので、ホーム・ネットワークがパケットを転送する必要性のために、結果としてネットワーク・リソースの使用は非効率的となる。

【0059】IETFモバイルIPプロトコルにおいて提案されたルート最適化技法は、三角形ルーティングを

除去しようという試みである。図5を参照すると、かかるルート最適化技法が示されている。対応ホスト8からホーム・エージェント4を介してモバイル・ホスト2に送出されるパケットの三角形ルーティングは除去されている。モバイル・ホストおよびホーム・エージェントには、対応ホストにモバイル・ノードの最新位置を知らせるという役割が与えられる。モバイル・ホストまたはホーム・エージェントのいずれかは、結合更新メッセージを対応ホストに送出して、モバイル・ホストの現在の気付アドレスを対応ホストに知らせることができる。モバイル・ホストに宛てられたパケットを受信するフォーリン・エージェント6は、結合警告メッセージをホーム・エージェントに送出する。このため、ホーム・エージェントは、結合更新メッセージを対応ホストに送出することができる。しかしながら、かかる技法は、モバイル・ホストでない対応ホストに対し、更にモビリティ・エージェント（すなわちホーム・エージェントおよびフォーリン・エージェント双方）に対して、ソフトウェアの変更を強制する。更に、この手法は、全ての対応ホストがモバイルIPをサポートすることを必要とする。また、対応ホストとホーム・エージェントとの間、または対応ホストとモバイル・ホストとの間に、安全な関連付けを必要とする。以下に説明する本発明のルート最適化手法に関して明らかとなろうが、本発明では、モバイルIPをサポートしない既存のホストは、モバイル・ホストと通信を行う場合に、より短いルートを持有することができる。

【0060】図6Aを参照すると、本発明によるルート最適化を実施するGPRAネットワークのブロック図が示されている。現在のGPRSネットワークでは、ルート最適化は実施されていないことは認められよう。従って、本発明は、新たなネットワーク・エンティティを規定する。すなわち、ゲートウェイIWF（IWF、G）であり、これを介して、例えば外部ネットワークがモバイル・ホストと通信を行うことができる。GPRSでは、ゲートウェイIWFは、訪問先のPLMN54におけるGGSN（GGSN、V）60である。以下で説明するが、CH56とGGSN60との間にルート62を確立すると有利である。好都合な点として、もはやMSのホームPLMNのGGSNを介してパケットをルーティングする必要がないために、MSとCHとの間の従来のGPRSネットワークに存在するルート非効率性は解消される。パケットは、訪問先のPLMNにおけるGGSNを介してルーティングすることができる。このように、MS、訪問先のSGSN、訪問先のGGSN、CH間の経路は、別のPLMN（すなわちMSのホームPLMN）にルーティングする必要がある従来の経路よりも、著しく効率的である。GSM/GPRS規格に従って、外部ホストがGGSNのみにアクセス可能であることは理解されよう。

【0061】図6Bは、従来のGPRS移動体登録に伴うアタッチ手順および活性化手順に含まれるシグナリングの関連部分を示す。MSが訪問先のPLMNにおいてローミング中の場合、最初にSGSNにアタッチする必要があることを思い出されたい。MSは、SGSNに対し、各GPRS/GSM加入者（図示せず）に一意の国際移動加入者アイデンティティ（IMSI）を送出することによって、アタッチ手順を開始する。IMSIに基づいて、SGSNは、SGSNのIPアドレスについてホームPLMNのHLRに通知し、更に、MSの位置エリアについて訪問先のPLMNのVLRに通知する。これは、位置更新/MMコンテキスト活性化メッセージによって達成される。公知のように、このメッセージは、SGSN

【0062】SS7アドレス、SGSN IPアドレス、およびMSのIMSIを含む。HLRは、加入者データを、位置更新/MMコンテキスト活性化承認メッセージによって、SGSNおよびVLR双方に送信する。簡略化のために、図6Bには、SGSN/HLRおよびVLR間のシグナリングは示さないことを注記しておく。SGSN、HLRおよびVLRのデータベースを更新した後、アタッチ手順を完了する。MSをSGSNにアタッチした後、パケット・データ・プロトコル（PDP）活性化を処理することができる。公知のように、MSは、SGSNに、以下の情報を含むPDPコンテキスト活性化要求メッセージを送出する。この情報とは、NSAPI（ネットワーク・レイヤ・サービス・アクセス・ポイント識別子）、PDPタイプ（例えばX. 25またはIP）、PDPアドレス（例えばX. 121アドレス）、APN（MSが要求するアクセス・ポイント名）、QoS（このPDPコンテキストが要求するサービスの質のプロファイル）、およびPDPコンフィギュレーション・オプションである。加入者データ内の情報に基づいて、SGSNは、ホームPLMNにおけるGGSNアドレスを判定する。次いで、SGSNは、ホームPLMN GGSNに、PDPコンテキスト生成要求メッセージを送出する。このメッセージは、以下の情報を含む。すなわち、IMSI、PDPタイプ、PDPアドレス、APN、QoS処理、TID（SGSNとホームGGSNとの間で確立したトンネルに関連するトンネル識別子）、およびPDPコンフィギュレーション・オプションである。従って、この情報は、とりわけ、MSのIPアドレスおよびGTPトンネル識別子（TID）を含む。GGSNは、そのPDPコンテキスト・テーブルに新たなエントリを生成し、これによって、GGSNは、SGSNと外部のIPネットワーク（例えば対応ホスト）との間でIPパケット（PDPプロトコル・データ・ユニットすなわちPDU）をルーティングすることができる。ホームGGSNは、以下を含むPDPコンテキスト生成応答メッセージを送出する。すなわち、TID

D、PDPアドレス、BBプロトコル（TCPまたはUDPのどちらを用いてSGSNとGGSNとの間でデータ転送を行うかを示す）、再配置の必要（SGSNがN-PDUをMSに送出する前に配置し直すべきか否かを示す）、PDPコンフィギュレーション・オプション、および理由である。SGSNは、PDPタイプ、PDPアドレス、NSAPI、QoS処理済み、およびPDPコンフィギュレーション・オプションを含むPDPコンテキスト活性化受諾メッセージを、MSに戻す。これ以降、SGSNは、GGSNとMSとの間で、IPパケット（PDP PDU）をルーティングすることが可能となる。MSとSGSNとの間で、セキュリティ機能（例えば認証）を実行し得ることを注記しておく。

【0063】図6Cを参照すると、本発明によるGPRSネットワークにおいて最適化ルートを確立するためのシグナリング方法が示されている。有利な点として、MSがアタッチされているSGSNが、直接ホームPLMN内のGGSN50によってPDPコンテキスト・メッセージを処理するのでなく、それ自身のPLMN内のGGSNすなわちGGSN60によってPDPコンテキストを処理する。GGSN60は、ホームGGSN50によってPDPコンテキストを処理する。GGSNは全て、3つのIETFトンネリング・プロトコルのうち1つ、例えばGTPのみならずIP内IPカプセル化をサポートすることは理解されよう。また、ホームGGSNは、SGSNのアドレスに基づいて、訪問先GGSNのIPアドレスを判定可能であると想定している。一旦ホームGGSNがPDPコンテキスト活性化を受け入れたなら、ホームGGSNは、訪問先GGSNの情報を含む結合更新メッセージを、対応ホスト（CH）に送出することができる。次いで、CHは、訪問先のGGSNに直接パケットを送出することができる。訪問先GGSNは、CHからMSに宛てたパケットを受信した時に、SGSNと共にGTPトンネル（または例えばIP内IPトンネル）を確立する。

【0064】SGSN48とGGSN60との間にGTP（または例えばIP-in-IPトンネル）トンネルを確立するために、従来のシグナリング・メッセージを、図6Cに示すように変更する。具体的には、アタッチメント手順の間、SGSNは、位置更新/MMコンテキスト活性化メッセージを、訪問先GGSNに渡す。次いで、訪問先GGSNは、ホームPLMN52のHLRに、そのSS7アドレス、IPアドレス、およびMSのIMSIを知らせる。これは、位置更新/MMコンテキスト活性化メッセージにおいて行われる。HLRは、位置更新/MMコンテキスト活性化承認メッセージによって応答する。次いで、活性化手順では、PDPコンテキスト活性化要求メッセージおよびPDPコンテキスト生成要求メッセージに、ルート最適化オプション・フィールドを加える。好都合な点として、訪問先GGSNが、

変更されたPDPコンテキスト生成要求メッセージを受信した場合、そのPDPコンテキスト・テーブルに新たなエントリを生成し、これによって、訪問先GGSNは、SGSNと外部IPネットワーク（例えば対応ホスト）との間でIPパケットをルーティングすることができる。すなわち、受信した情報に基づいて、訪問先GGSNは、TIDおよびSGSNのIPアドレスを、MSに割り当てられたPDPアドレスにマップする。これにより、訪問先GGSNがSGSNからTIDと共にパケットを受信した場合、訪問先GGSNはパケットのカプセル化を解除し、データを外部PDN（例えばCH56）にルーティングする。一方、訪問先GGSNが外部PDNからMSのPDPアドレスと共にパケットを受信した場合、訪問先GGSNは、当該PDPアドレスにマップされたTIDおよびSGSN IPアドレスを見出した後に、パケットをカプセル化する。また、訪問先のGGSNは、変更されたPDPコンテキスト生成要求メッセージをホームGGSN50に送出し、ホームGGSN50はPDPコンテキスト生成応答によって応答することは理解されよう。

【0065】図6DおよびEを参照すると、従来のGPRSネットワークにおけるパケット・ルーティングと、本発明によるGPRSネットワークにおける最適化パケット・ルーティングとを対照させたフロー図が示されている。図示のように、従来の構成では、SNDCCP PDUパケットを、MS40とSGSN48との間にルーティングし、ホームGGSNは、TTLI（一時的論理リンク識別子）およびNSAPI（ネットワーク・サービス・アクセス・ポイント識別子）を、ホームGGSNのIPアドレスおよびTIDにマップし、TIDおよびPDP PDUを含むGTP PDUが、SGSNからホームGGSNにルーティングされ、他方の方向に戻されるようにする。次いで、ホームGGSNと外部PDNとの間にPDP PDUをルーティングする。

【0066】しかしながら、図6Eに示すように、本発明によれば、外部PDN58における訪問先GGSN60とCH56との間に最適化ルート62を確立し、外部PDNがGGSN50から結合更新メッセージを受信した後、CHおよびMSは、この最適化ルートを用いて、パケットを前後方向に送信することができる。すなわち、SNDCCP PDUパケットを、MS40とSGSN48との間にルーティングし、GTPカプセル化パケットを、SGSN48と訪問先GGSN60との間にルーティングし、PDPパケットを、訪問先GGSN60とCH56との間にルーティングする。

【0067】同様に、CDPDシステムについては、ホームMDISが結合更新メッセージをサポートし、サービングMDIS（またはそのルータ）が3つのIETFトンネリング・プロトコルのうち1つを理解する場合、GPRSに関して上述したのと同じ手法を使用可能であ

る。ここで図7Aを参照すると、本発明によるルート最適化を実施するCDPDネットワークのブロック図が示されている。現在のCDPDネットワークでは、ルート最適化は実施されていないことは認められよう。従って、本発明は、新たなネットワーク・エンティティを規定する。すなわち、ゲートウェイIWF（IWF、G）であり、これを介して、サービス・プロバイダは、公開のインターネットに接続する。CDPDでは、ゲートウェイIWFは、M-ESが一時的に関連付けられたフォーリン・ネットワーク内のホームMD-IS（ローカルHMD-IS）、すなわちHMD-IS 24Cである。以下に説明するように、CH34とHMD-IS 24Cとの間にルート64を確立すると有利である。好都合な点として、もはやMSのホーム・ネットワーク内のHMD-IS 24Aを介してパケットをルーティングする必要がないために、M-ESとCHとの間の従来のCDPDネットワークに存在するルートの非効率性は解消される。パケットは、訪問先ネットワークまたはフォーリン・ネットワークのHMD-ISを介してルーティングすることができる。このように、M-ES、SMD-IS、訪問先のHMD-IS、CH間の経路は、別のネットワーク（すなわちMSのホーム・ネットワーク）にルーティングしなければならない従来の経路よりも、著しく効率が低い。

【0068】図7Bを参照すると、CDPDにおける従来の移動体登録シグナリングが示されている。CDPDネットワークにアクセスを要求するため、M-ESとSMD-ISとの間で認証および暗号化手順が完了した後、M-ESは、M-ESのIPまたはCLNPアドレスおよびその資格証明を含むエンド・システム・ハロー（ESH）メッセージを送出する。サービングMD-ISは、この資格証明を、（M-ESがローミング中の場合）CLNPネットワークを介して、M-ESのホームMD-ISに送出する。これは、転送要求（RDR）メッセージによって行われる。このメッセージの目的の1つは、M-ESが現在位置しているこのサービング・エリアを介してM-ESに宛てたデータを転送するよう、ホームMD-ISに命令することである。HMD-ISは、M-ESの資格証明を、データベースに格納されているものと比較し、アクセスを付与するか否かについてサービングMD-ISに応答する。この指示は、転送確認（RDC）メッセージの形態で与えられる。サービングMD-ISは、中間システム確認（ISC）メッセージをM-ESに送出し、M-ESがCDPDネットワークを介してデータの送受信を開始可能か否かを示す。

【0069】ここで図7Cを参照すると、本発明によるCDPD移動体登録シグナリングが示されている。シグナリングは、M-ESとSMD-IS（ESHおよびISC）の間では同じであるが、SMD-ISは、RDRメッセージを、ホーム・ネットワーク内のHMD-IS

Sに送出するのではなく、それ自身のネットワーク内のHMD-IS(ローカルHMD-IS)に送出する。次いで、ローカルHMD-ISは、変更したRDRメッセージ(RDR')を、ホームHMD-ISに送出する。RDR'を発生するためにRDRに行う変更は、ネットワーク・アドレス送出フィールドを変更して、ローカルHMD-ISのIPアドレスを示すことを含む。これによって、ホームHMD-ISは、レコードを維持することができる。また、RDRにルート最適化フィールドを加えて、ルート最適化を呼び出すことをホームHMD-ISに知らせる。次いで、ホームHMD-ISは、転送確認メッセージ(RDC)によってローカルHMD-ISに10 応答し、ローカルHMD-ISは次いでRDCメッセージをSMD-ISに送出する。SMD-ISがISCメッセージをM-ESに送出すると、移動体登録は完了する。従って、ホームHMD-ISでなくローカルHMD-ISが、M-ESへの最短経路として、外部の世界(例えばCHを含む外部ネットワーク)に発表される。これを達成するには、ホームHMD-ISが結合更新メッセージをCHに送出し、ローカルHMD-ISがM-ESへの最短経路であることを示す。

【0070】ここで図7Dおよび7Eを参照すると、従来のCDPDネットワークにおけるケット・ルーティングと、本発明によるCDPDネットワークにおける最適化ケット・ルーティングとを対照するフロー図が示されている。従来の構成では、一旦ルーティング情報を外部ネットワークに通知すれば、CHはデータをM-ESに送出することができる。CHは、M-ESのアドレ

*スを宛先とし、それ自身のアドレスをソースとして、ケット(DT)を送出する。従来の構成では、ホームHMD-ISはそれ自身を最短経路として通知するので、ケットはこれにルーティングされる。ホームHMD-ISは、SMD-ISと共に確立したCLNPトンネルを介して送信するために、ケットをカプセル化する([DT]DT)。SMD-ISは、ケットのカプセル化を解除し、無線ネットワークを介してMSに送出する。しかしながら、本発明によれば、そして図7Eに示すように、ローカルHMD-ISが最短経路として通知されるので、CHは、ケットをローカルHMD-ISにルーティングし、ローカルHMD-ISは次いでケットをカプセル化し、SMD-ISと共に確立したCLNPトンネル(または例えばIP-in-IPトンネル)を介して送信する。次いで、SMD-ISは、ケットのカプセル化を解除し、無線ネットワークを介してMSに送出する。

【0071】ここで図8Aを参照すると、本発明のルート最適化方法論を用いたハンドオフを示すブロック図が示されている。GPRSおよびCDPDの双方に関して、本発明によるハンドオフを示す議論を容易にするために、様々なネットワーク・エレメントに対する新たな用語セットを採用する。すなわち、モバイル・ノード(MN)およびインタワーキング機能(IWF)である。この用語のマッピングを、以下の表1に示す。

【0072】

【表1】

| | CDPD | GPRS |
|-------------------|------------|-----------|
| モバイル・ノード(MN) | モバイル・ノード | 移動局 |
| ホームIWF(IWF, H) | ホームMD-IS | ゲートウェイGSN |
| サービングIWF(IWF, S) | サービングMD-IS | サービングGSN |
| ゲートウェイIWF(IWF, G) | ローカルHMD-IS | 訪問先GSN |

【0073】上述の本発明のルート最適化技法を用いると共に、上記の表1に提示した新たな用語を参照すると、モバイル・ノードが移動して新たなサービングIWFにアタッチした場合、転送を行うIWFは変化しないことは理解されよう。従って、対応ホストに格納されている結合は、未だ有効である。しかしながら、ホームIWFと新たなIWFとの間に新たなトンネルが必要である。ホーム・ネットワークおよび訪問先ネットワークが大きな距離によって隔てられている場合、シグナリング・コストが高く、さらに、新たなトンネルを確立する際の遅延が、ネットワーク・リソースの使用を非効率的にする。

【0074】より良い解決策は、ゲートウェイIWFを、訪問先ネットワーク内の固定点として用いて、ホームIWFおよび対応ホストからのトンネルがモバイル・ノードの移動によって影響を受けないようにすることである。モバイル・ノードが新たなサービングIWFにア

タッチする場合、ゲートウェイIWFは、単に、同じネットワーク内に新たなトンネルを確立するに過ぎない。実際、トンネルは、ゲートウェイIWFと、同じネットワークに属する全てのサービングIWFとの間に予め構成することができ、このため、移動によるケット送出の中断は最小に抑えられる。

【0075】図8Bを参照すると、図6A(図8Aも付加的に参照のこと)に示すようなGPRSネットワークにおいて、本発明によるハンドオフ・シグナリングを示すフロー図が示されている。MS40(MN)は、ルーティング・エリア更新メッセージを、新しいSGSN(新しいIWF, S)に送出する。次いで、新しいSGSNは、古いSGSN(古いIWF, S)によってSGSNコンテキスト要求メッセージを処理する。また、新しいSGSNは、PDPコンテキスト更新要求を、訪問先GGSN60(IWF, G)に送出し、訪問先GGSN60は、適切な応答を返送する。次いで、訪問先GG

SNは、位置更新要求によってVLRを更新する。これによって、VLRに、サービング・ノードの変更(新しいSGSNから古いSGSNへ)を知らせる。このように、訪問先GGSN60は、MSがあるルーティング・エリアから別のエリアへ移動する場合に、古いSGSNから新しいSGSNへのMS40のハンドオフにおける固定点として機能する。

【0076】本発明の例示的な実施形態を、添付図面を参照してここに記載したが、本発明はこれらの明確な実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲および精神から逸脱することなく、様々な他の変更および変形が当業者によって行われ得ることは、理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1A】モバイルIPネットワーク・アーキテクチャのブロック図である。

【図1B】モバイルIPプロトコル・スタックの図である。

【図1C】モバイルIPネットワークにおけるデータ・フローを示すブロック図である。

【図2A】CDPDネットワーク・アーキテクチャのブロック図である。

【図2B】CDPDプロトコル・スタックの図である。

【図2C】CDPDネットワークにおける移動体登録を示すフロー図である。

【図2D】CDPDネットワークにおけるデータ・フローを示すブロック図である。

【図3A】GPRSネットワーク・アーキテクチャのブロック図である。

【図3B】GPRSプロトコル・スタックの図である。

【図3C】GPRSネットワークにおけるデータ・フローを示すブロック図である。

【図4】ネットワーク・エレメントのハードウェア・アーキテクチャのブロック図である。

*

*【図5】モバイルIPネットワークにおけるルート最適化を示すブロック図である。

【図6A】本発明によるGPRSネットワークにおけるルート最適化を示すブロック図である。

【図6B】GPRSネットワークにおいてルートを確立するための従来のシグナリング方法を示すフロー図である。

【図6C】本発明に従ってGPRSネットワークにおいて最適化ルートを確立するためのシグナリング方法の実施形態を示すフロー図である。

【図6D】従来のGPRSネットワークにおけるパケット・ルーティングを示すフロー図である。

【図6E】本発明に従ってルート最適化を実施するGPRSネットワークにおけるパケット・ルーティングを示すフロー図である。

【図7A】本発明によるCDPDネットワークにおけるルート最適化を示すブロック図である。

【図7B】CDPDネットワークにおいてルートを確立するための従来のシグナリング方法を示すフロー図である。

【図7C】本発明に従ってCDPDネットワークにおいて最適化ルートを確立するためのシグナリング方法の実施形態を示すフロー図である。

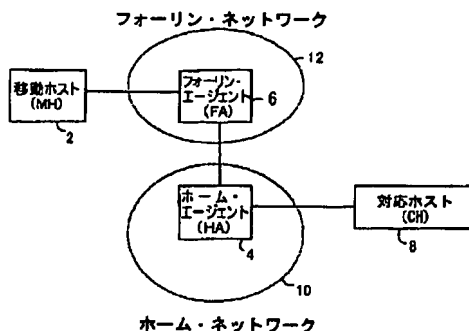
【図7D】従来のCDPDネットワークにおけるパケット・ルーティングを示すフロー図である。

【図7E】本発明に従ってルート最適化を実施するCDPDネットワークにおけるパケット・ルーティングを示すフロー図である。

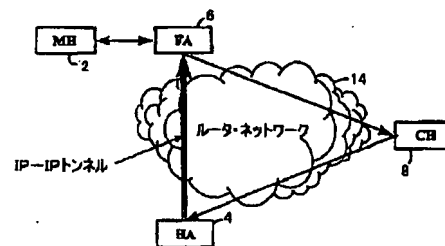
【図8A】本発明に従ってルート最適化を実施するネットワークにおけるハンドオフを示すブロック図である。

【図8B】本発明によるGPRSネットワークにおけるハンドオフ・シグナリングを示すフロー図である。

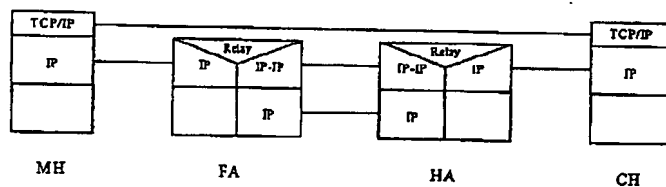
【図1A】



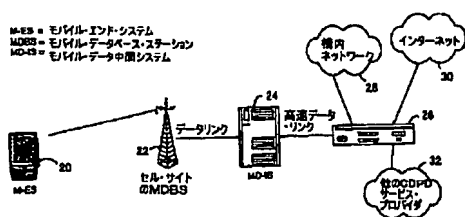
【図1C】



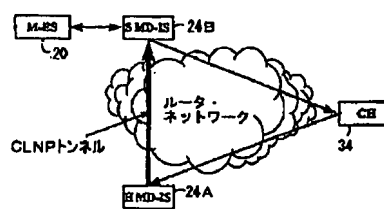
【図1B】



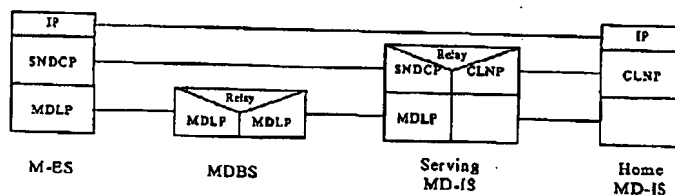
【図2A】



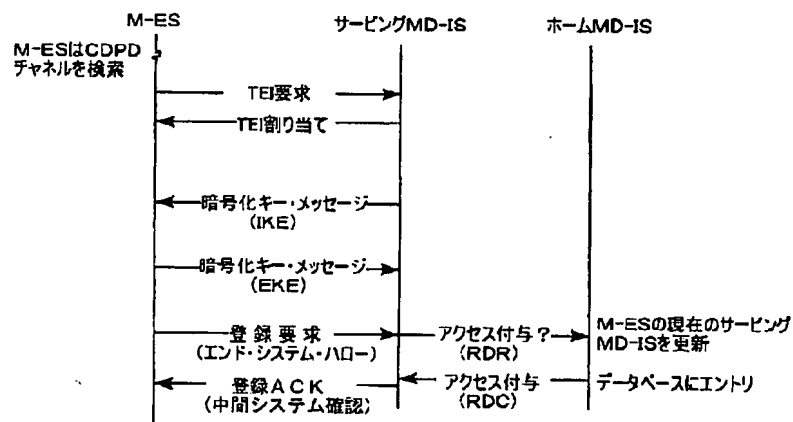
【図2D】



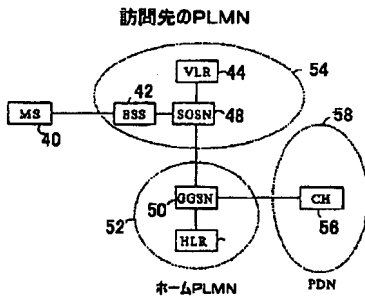
【図2B】



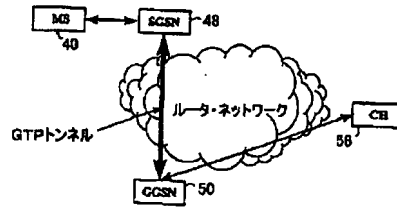
【図2C】



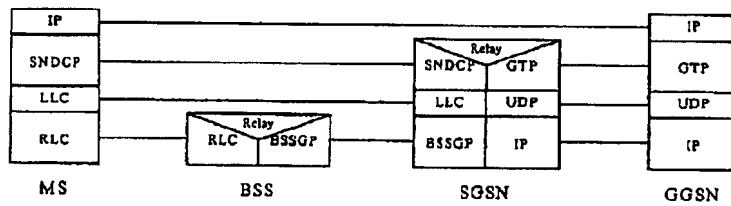
【図3A】



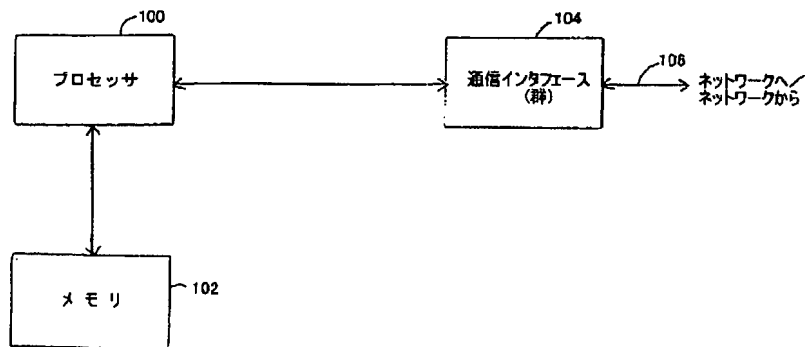
【図3C】



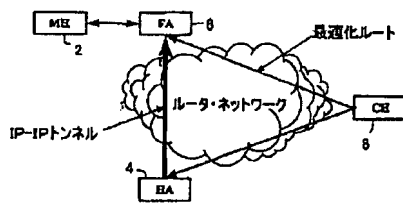
【図3B】



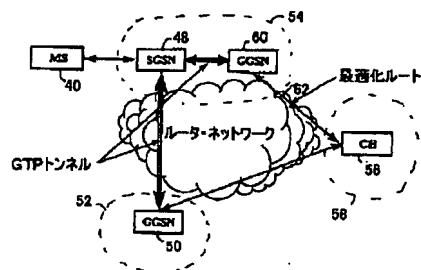
【図4】



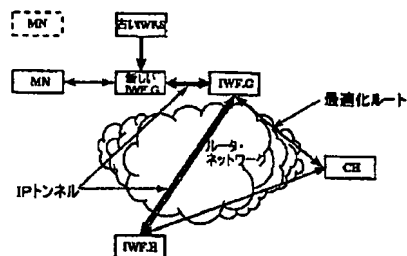
【図5】



【図6A】



【図8A】



```

sequenceDiagram
    participant M-ES
    participant SMD-IS
    participant HMD-IS1 as ホーリン・ネットワーク内のHMD-IS
    participant HMD-IS2 as ホーム・ネットワーク内のHMD-IS

    M-ES->>SMD-IS: ESH
    SMD-IS->>HMD-IS1: RDR
    HMD-IS1->>HMD-IS2: RDR'
    HMD-IS2->>HMD-IS1: RDC
    HMD-IS1->>M-ES: ISC
  
```

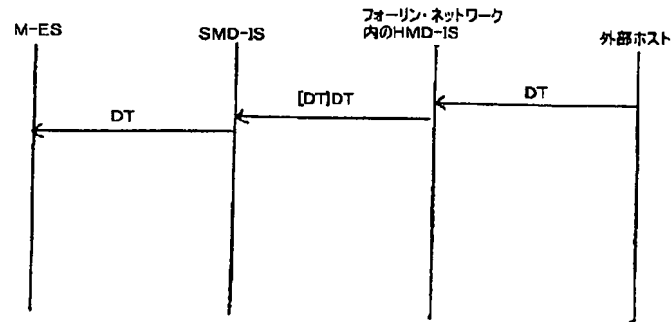
```

sequenceDiagram
    participant M-ES
    participant SMD-IS
    participant HMD-IS as ホーム・ネットワーク  
内のHMD-IS
    participant 外部ホスト

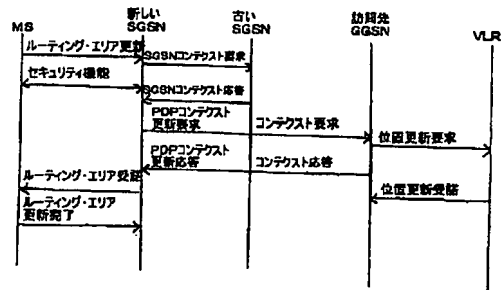
    外部ホスト->>HMD-IS: DT
    HMD-IS->>SMD-IS: [DT]DT
    SMD-IS->>M-ES: DT
  
```

The diagram illustrates the data transfer process. It starts with an external host (外部ホスト) sending a data transfer (DT) to the HMD-IS within the home network (ホーム・ネットワーク内のHMD-IS). The HMD-IS then forwards this data, labeled as [DT]DT, to the SMD-IS. Finally, the SMD-IS sends the data (DT) to the M-ES.

【図7E】



【図8B】



フロントページの続き

(72)発明者 ムーイ チョー チュア
アメリカ合衆国 07724 ニュージャージー
ィ、イートンタウン、イートンクレスト
ドライブ 184ビー

(72)発明者 オンーチン ユエ
アメリカ合衆国 07748 ニュージャージー
ィ、ミドルタウン、プレヴィンズ アヴェ
ニュー 57

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第3区分
 【発行日】平成13年12月21日(2001. 12. 21)

【公開番号】特開2000-201172(P2000-201172A)
 【公開日】平成12年7月18日(2000. 7. 18)
 【年通号数】公開特許公報12-2012
 【出願番号】特願平11-347008
 【国際特許分類第7版】

H04L 12/56
 【F I】
 H04L 11/20 102 D

【手続補正書】

【提出日】平成13年3月29日(2001. 3. 29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動局が現在訪問しつつあるGPRSネットワーク内のネットワークのサポート・ノードにて用いられる、GPRSネットワークにおけるルート最適化の方法であって、
 前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと、前記訪問中のネットワーク内の、前記移動局と直接通信状態にあるサービング・サポート・ノードとの間に通信経路を確立するステップと；外部バケット・データ・ネットワークから直接受信されたバケットを、前記サービング・サポート・ノードにルーティングして、前記移動局に送信するステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項2】 請求項1の方法であって、更に、前記サービング・サポート・ノードから受信したバケットを前記外部データ・ネットワークにルーティングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項3】 請求項1の方法において、前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする方法。

【請求項4】 請求項3の方法において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項3の方法において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項6】 請求項3の方法において、前記トンネリ

ング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項7】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、通信経路識別子と前記サービング・サポート・ノードに関連するアドレスとを、前記移動局に割り当てたアドレスにマッピングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項1の方法において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記訪問中のネットワーク内の前記サポート・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記訪問中のサポート・ノードが、前記外部のバケット・データ・ネットワークから受信したバケットをカプセル化すると共に、前記サービング・サポート・ノードから受信したバケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・サポート・ノードから、ルート最適化確立フィールドを含む活性化要求メッセージを受信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項10】 請求項9の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・サポート・ノードに活性化要求応答メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項11】 請求項1の方法において、前記確立するステップが、更に、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおける位置レジスタに、更新位置メッセージを送出するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項12】 請求項1の方法において、前記訪問中のサポート・ノードを、前記移動局を伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする方法。

【請求項13】 請求項1の方法において、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおけるサポート・ノードが、前記外部バケッ

ト・データ・ネットワークに、前記訪問中のサポート・ノードを前記移動局への最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項14】 GPRSネットワークにおけるルート最適化のための装置であって：移動局が現在訪問しつつある前記GPRSネットワーク内のネットワークに位置するパケット機器であって、前記訪問中のネットワークの、前記移動局と直接通信状態にあるサービング・サポート・ノードと通信経路を確立するように構成され、これにより外部パケット・データ・ネットワークから直接受信されたパケットを前記サービング・サポート・ノードにルーティングして、前記移動局に送信するようになっているパケット機器を備えることを特徴とする装置。

【請求項15】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットを前記外部データ・ネットワークにルーティングするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項16】 請求項14の装置において、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする装置。

【請求項17】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項18】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項19】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項20】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、通信経路識別子と前記サービング・サポート・ノードに関連するアドレスとを、前記移動局に割り当てたアドレスにマッピングするように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項21】 請求項14の装置において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・サポート・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記パケット機器が、前記外部のパケット・データ・ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・サポート・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする装置。

【請求項22】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードから、ルート最適化確立フィールドを含む活性化要求メッセージを受信するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項23】 請求項22の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・サポート・ノードに活性化要求応答メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項24】 請求項14の装置において、前記パケット機器が、更に、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおける位置レジスタに、更新位置メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項25】 請求項14の装置において、前記パケット機器を、前記移動局を伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする装置。

【請求項26】 請求項14の方法において、移動局が最初に登録されている前記GPRSネットワーク内のネットワークにおけるサポート・ノードが、前記外部パケット・データ・ネットワークに、前記パケット機器を前記移動局への最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする装置。

【請求項27】 モバイル・エンド・システム・ノードが現在訪問しつつあるCDPDネットワーク内のネットワークの中間システム・ノードにおいて用いられる、CDPDネットワークにおけるルート最適化の方法であって、前記訪問中のネットワーク内の前記中間システム・ノードと、前記訪問中のネットワーク内の、前記モバイル・ノードと直接通信状態にあるサービング中間システム・ノードとの間に通信経路を確立するステップと；外部ネットワークから直接受信したパケットを前記サービング・ノードにルーティングして、前記モバイル・ノードに送信するステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項28】 請求項27の方法であって、更に、前記サービング・ノードから受信したパケットを前記外部ネットワークにルーティングするステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項29】 請求項27の方法において、前記訪問中のネットワーク内の前記中間システム・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする方法。

【請求項30】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項31】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項32】 請求項29の方法において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする方法。

【請求項33】 請求項27の方法において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記訪問中のネットワーク

内の前記中間システム・ノードと前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記訪問中の中間システム・ノードが、前記外部ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする方法。

【請求項34】 請求項27の方法において、前記確立するステップが、更に、前記サービング・ノードから、転送要求メッセージを受信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項35】 請求項34の方法において、前記確立するステップが、更に、前記モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードに、ルート最適化確立フィールドと前記訪問中の中間システム・ノードのアドレスとを含む転送要求メッセージを送出するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項36】 請求項27の方法において、前記訪問中の中間システム・ノードを、前記モバイル・ノードを伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする方法。

【請求項37】 請求項27の方法において、モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードが、前記外部ネットワークに、前記訪問中の中間システム・ノードを前記モバイル・ノードへの最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする方法。

【請求項38】 CDPDネットワークにおけるルート最適化のための装置であって：モバイル・エンド・システムが現在訪問しつつある中の前記CDPDネットワーク内のネットワークに位置するパケット機器であって、該パケット機器と、該訪問中のネットワーク内の、前記モバイル・ノードと直接通信状態にあるサービング中間システム・ノードとの間に通信経路を確立するように構成され、これにより外部ネットワークから直接受信したパケットを前記サービング・ノードにルーティングして、前記モバイル・ノードに送信するようになっているパケット機器を備えることを特徴とする装置。

【請求項39】 請求項38の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・ノードから受信したパケットを前記外部ネットワークにルーティングする

ように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項40】 請求項38の装置において、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立するためにトンネリング・プロトコルを用いることを特徴とする装置。

【請求項41】 請求項40の装置において、前記トンネリング・プロトコルがIP-in-IPカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項42】 請求項40の装置において、前記トンネリング・プロトコルが最小カプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項43】 請求項16の装置において、前記トンネリング・プロトコルが一般ルーティングのカプセル化プロトコルであることを特徴とする装置。

【請求項44】 請求項38の装置において、トンネリング・プロトコルを用いて、前記パケット機器と前記訪問中のネットワーク内の前記サービング・ノードとの間に前記通信経路を確立し、前記パケット機器が、前記外部ネットワークから受信したパケットをカプセル化すると共に、前記サービング・ノードから受信したパケットのカプセル化を解除するようにすることを特徴とする装置。

【請求項45】 請求項38の装置において、前記パケット機器が、更に、前記サービング・ノードから転送要求メッセージを受信するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項46】 請求項45の装置において、前記パケット機器が、更に、前記モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードに、ルート最適化確立フィールドと前記パケット機器のアドレスとを含む転送要求メッセージを送出するように構成されていることを特徴とする装置。

【請求項47】 請求項38の装置において、前記パケット機器を、前記モバイル・ノードを伴うハンドオフ手順における固定点として用いることを特徴とする装置。

【請求項48】 請求項38の装置において、モバイル・ノードが最初に登録されている前記CDPDネットワーク内のネットワークにおける中間システム・ノードが、前記外部ネットワークに、前記パケット機器を前記モバイル・ノードへの最適経路として通知する結合更新メッセージを送出することを特徴とする装置。